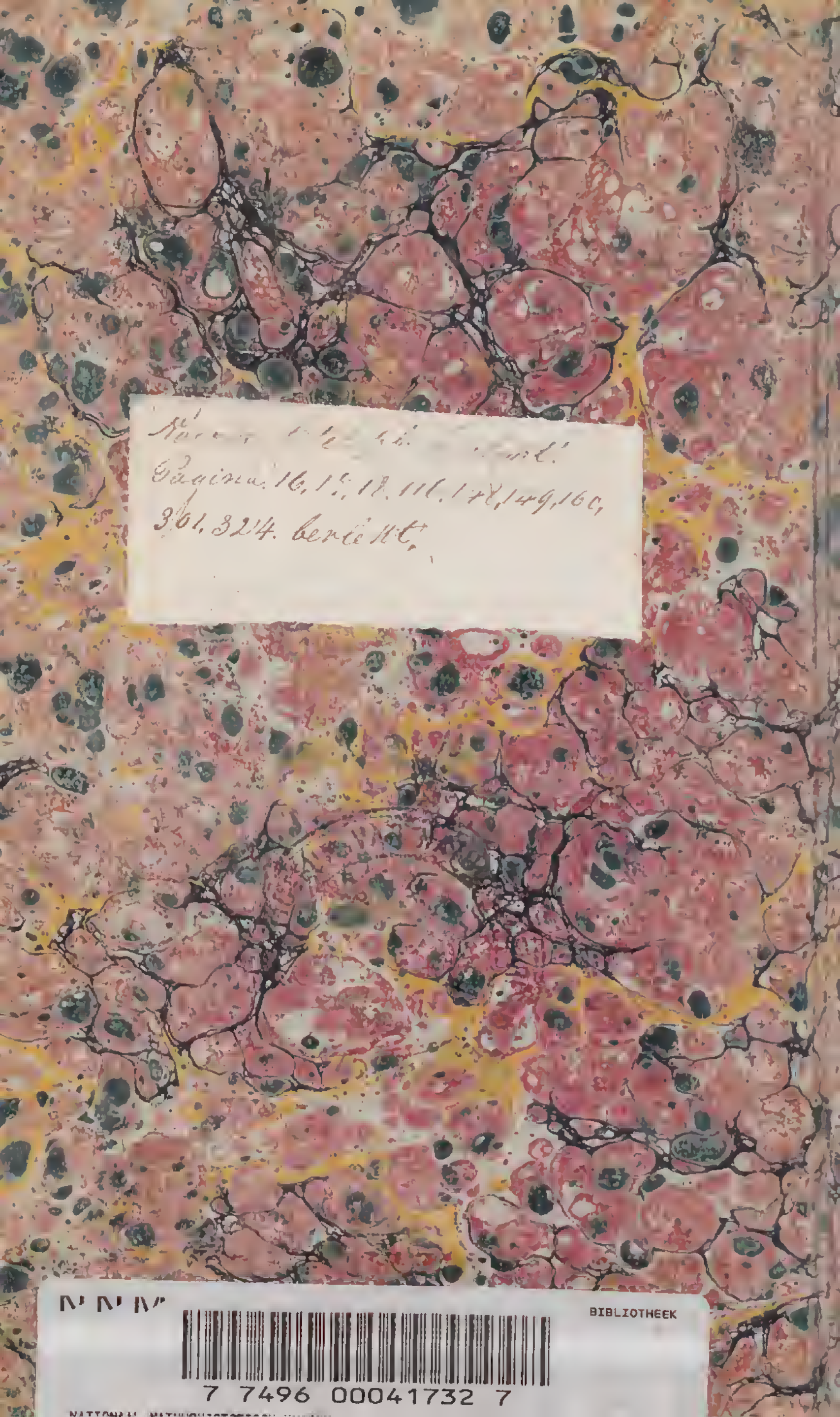
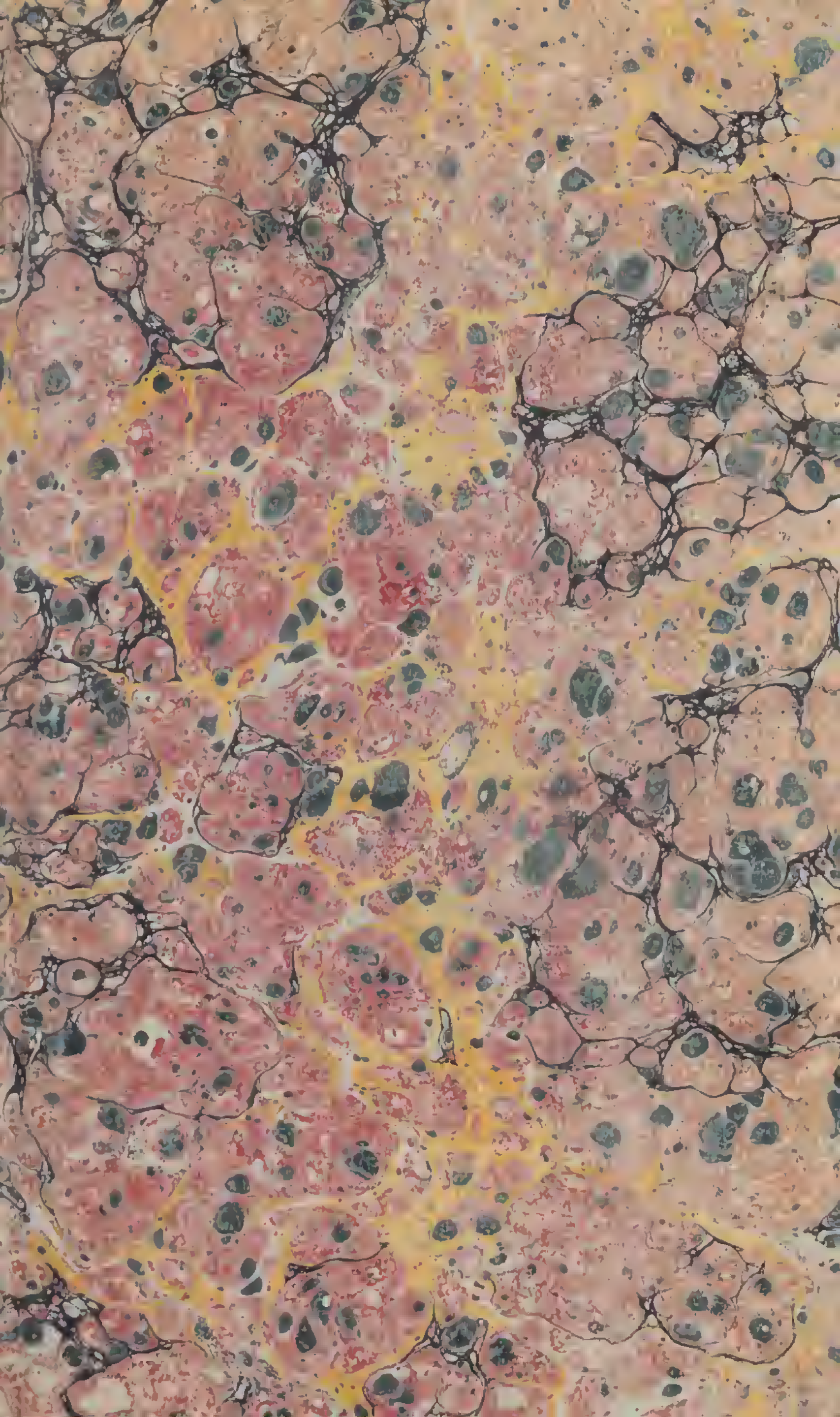



Pagina 16, 17, 18. 111. 148, 149, 160,
301. 324. beriett.
NNM
BIBLIOTHEEK
7 7496 00041732 7



Prys f 31,19.

Voor veertien dagen.

ŒUVRES

COMPLÈTES

DE BUFFON.

ŒUVRES DIVERSES.

DE L'IMPRIMERIE DE WAGREZ AINÉ.

ŒUVRES

COMPLÈTES

DE BUFFON

NOUVELLE ÉDITION PUBLIÉE

PAR H. R. DUTHILLOEUL.

TOME XII.



A BRUXELLES,
CHEZ H. TARLIER , LIBRAIRE, RUE DE L'EMPEREUR
M. DCCCXXII.

HISTOIRE NATURELLE.

MÉMOIRE SUR LA FORCE DU BOIS.

Le principal usage du bois dans les bâtimens et dans les constructions de toute espèce, est de supporter des fardeaux; la pratique des ouvriers qui l'emploient n'est fondée que sur des épreuves, à la vérité souvent réitérées, mais toujours assez grossières; ils ne connaissent que très-imparfaitement la force et la résistance des matériaux qu'ils mettent en œuvre; j'ai tâché de déterminer, avec quelque précision, la force du bois, et j'ai cherché les moyens de rendre mon travail utile aux constructeurs et aux charpentiers. Pour y parvenir, j'ai été obligé de faire rompre plusieurs poutres et plusieurs solives de différentes longueurs. On trouvera, dans la suite de ce mémoire, le détail exact de toutes ces expériences; mais je vais auparavant en présenter les résultats généraux, après avoir dit un mot de l'organisation du bois et de quelques circonstances particulières qui me paraissent avoir échappé aux physiciens qui se sont occupés de ces matières.

Un arbre est un corps organisé, dont la structure n'est point encore bien connue: les expériences de

Grew, de Malpighi, et sur-tout celles de Hales, ont, à la vérité, donné de grandes lumières sur l'économie végétale, et il faut avouer qu'on leur doit presque tout ce qu'on sait en ce genre; mais dans ce genre comme dans tous les autres, on ignore beaucoup plus de choses qu'on en sait. Je ne ferai point ici la description anatomique des différentes parties d'un arbre, cela serait inutile pour mon dessein, il me suffira de donner une idée de la manière dont les arbres croissent, et de la façon dont le bois se forme.

Une semence d'arbre, un gland qu'on jette en terre au printems, produit au bout de quelques semaines un petit jet tendre et herbacé, qui augmente, s'étend, grossit, durcit, et contient dejà, dès la fin de la première année, un filet de substance ligneuse. A l'extrémité de ce petit arbre, est un bouton qui s'épanouit l'année suivante, et dont il sort un second jet semblable à celui de la première année, mais plus vigoureux, qui grossit et s'étend davantage, durcit dans le même tems, et produit un autre bouton qui contient le jet de la troisième année, et ainsi des autres jusqu'à ce que l'arbre soit parvenu à toute sa hauteur; chacun de ces boutons est une espèce de germe qui contient le petit arbre de chaque année. L'accroissement des arbres en hauteur se fait donc par plusieurs productions semblables et annuelles; de sorte qu'un arbre de cent pieds de haut, est composé dans sa longueur de plusieurs petits arbres mis bout à bout, dont le plus long n'a souvent pas deux pieds de hauteur. Tous ces petits arbres de chaque année ne changent jamais dans leurs dimensions, ils existent dans un arbre de cent ans sans avoir grossi ni grandi, ils sont seulement devenus plus solides. Voilà comment se fait l'accroissement en hauteur; l'accroissement en grosseur en dépend. Ce bouton, qui fait le sommet du petit arbre de

la première année, tire sa nourriture à travers la substance et le corps même de ce petit arbre; mais les principaux canaux, qui servent à conduire la sève, se trouvent entre l'écorce et le filet ligneux; l'action de cette sève en mouvement, dilate ces canaux et les fait grossir, tandis que le bouton en s'élevant, les tire et les alonge; de plus, la sève en y coulant continuellement, y dépose des parties fixes qui en augmentent la solidité; ainsi, dès la seconde année, un petit arbre contient déjà dans son milieu un filet ligneux en forme de cône fort alongé, qui est la production en bois de la première année, et une couche ligneuse aussi conique qui enveloppe ce premier filet et le surmonte, et qui est la production de la seconde année. La troisième couche se forme comme la seconde; il en est de même de toutes les autres qui s'enveloppent successivement et continuement; de sorte qu'un gros arbre est un composé d'un grand nombre de cônes ligneux qui s'enveloppent et se recouvrent tant que l'arbre grossit; lorsqu'on vient à l'abattre, on compte aisément sur la coupe transversale du tronc le nombre de ces cônes, dont les sections forment des cercles ou plutôt des couronnes concentriques, et on reconnaît l'âge de l'arbre par le nombre de ces couronnes, car elles sont distinctement séparées les unes des autres. Dans un chêne vigoureux, l'épaisseur de chaque couche ou couronne, est de deux ou trois lignes; cette épaisseur est d'un bois dur et solide, mais la substance qui unit ensemble ces couronnes, dont le prolongement forme les cônes ligneux, n'est pas à beaucoup près aussi ferme, c'est la partie faible du bois dont l'organisation est différente de celle des cônes ligneux, et dépend de la façon dont ces cônes s'attachent et s'unissent les uns aux autres, que nous allons expliquer en peu de mots. Les canaux longitudinaux qui portent la nourriture au

bouton, non-seulement prennent de l'étendue et acquièrent de la solidité par l'action et le dépôt de la sève, mais ils cherchent encore à s'étendre d'une autre façon, ils se ramifient dans toute leur longueur, et poussent de petits filamens comme de petites branches, qui, d'un côté, vont produire l'écorce, et de l'autre, vont s'attacher au bois de l'année précédente; et forment entre les deux couches du bois un tissu spongieux qui, coupé transversalement, même à une assez grande épaisseur, laisse voir plusieurs petits trous, à peu-près comme on en voit dans de la dentelle; les couches du bois sont donc unies les unes aux autres par une espèce de réseau: ce réseau n'occupe pas à beaucoup près autant d'espace que la couche ligneuse, il n'a qu'environ une demi-ligne d'épaisseur; cette épaisseur est à peu-près la même dans tous les arbres de même espèce; au lieu que les couches ligneuses sont plus ou moins épaisses, et varient si considérablement dans la même espèce d'arbre, comme dans le chêne, que j'en ai mesuré qui avaient trois lignes et demie, et d'autres qui n'avaient qu'une demi-ligne d'épaisseur,

Par cette simple exposition de la texture du bois, on voit que la cohérence longitudinale doit être bien plus considérable que l'union transversale; on voit que dans les petites pièces de bois, comme dans un barreau d'un pouce d'épaisseur, s'il se trouve quatorze ou quinze couches ligneuses, il y aura treize ou quatorze cloisons, et que par conséquent ce barreau sera moins fort qu'un pareil barreau, qui ne contiendra que cinq ou six couches et quatre ou cinq cloisons: on voit aussi que, dans ces petites pièces, s'il se trouve une ou deux couches ligneuses qui soient tranchées par la scie, ce qui arrive souvent, leur force sera considérablement diminuée; mais le plus grand défaut de ces petites pièces de

bois, qui sont les seules sur lesquelles on ait jusqu'à ce jour fait des expériences, c'est qu'elles ne sont pas composées comme les grosses pièces, la position des couches ligneuses et des cloisons dans un barreau, est fort différente de la position de ces mêmes couches dans une poutre, leur figure est même différente, et par conséquent on ne peut pas estimer la force d'une grosse pièce par celle d'un barreau : un moment de réflexion fera sentir ce que je viens de dire. Pour former une poutre, il ne faut qu'équarrir l'arbre, c'est-à-dire, enlever quatre segmens cylindriques d'un bois blanc et imparfait, qu'on appelle *aubier*; dans le cœur de l'arbre, la première couche ligneuse reste au milieu de la pièce, toutes les autres couches enveloppent la première en forme de cercles ou de couronnes cylindriques; le plus grand de ces cercles entiers, a pour diamètre l'épaisseur de la pièce; audelà de ce cercle, tous les autres sont tranchés, et ne forment plus que des portions de cercles qui vont toujours en diminuant vers les arêtes de la pièce : ainsi, une poutre quarrée est composée d'un cylindre continu de bon bois bien solide, et quatre portions angulaires tranchées, d'un bois moins solide et plus jeune. Un barreau tiré du corps d'un gros arbre ou pris dans une planche, est tout autrement composé; ce sont de petits segmens longitudinaux des couches annuelles, dont la courbure est insensible; des segmens qui tantôt se trouvent posés parallèlement à une des surfaces du barreau, et tantôt plus ou moins inclinés, des segmens qui sont plus ou moins longs et plus ou moins tranchés, et par conséquent plus ou moins forts, de plus, il y a toujours dans un barreau deux positions, dont l'une est plus avantageuse que l'autre, car ces segmens de couches ligneuses forment autant de plans parallèles. Si vous posez le bar-

reau de manière que ces plans soient verticaux, il résistera davantage que dans une position horizontale ; c'est comme si on faisait rompre plusieurs planches à la fois, elle résisteraient bien davantage étant posées sur le côté que sur le plat. Ces remarques font déjà sentir combien on doit peu compter sur les tables calculées, ou sur les formules que différens auteurs nous ont données de la force du bois, qu'ils n'avaient éprouvée que sur des pièces, dont les plus grosses étaient d'un ou deux pouces d'épaisseur, et dont ils ne donnent ni le nombre des couches ligneuses que ces barreaux contenaient, ni la position de ces couches, ni le sens dans lequel se sont trouvées ces couches lorsqu'ils ont fait rompre le barreau ; circonstances cependant essentielles, comme on le verra par mes expériences et par les soins que je me suis donné pour découvrir les effets de toutes ces différences. Les physiciens qui ont fait quelques expériences sur la force du bois, n'ont fait aucune attention à ces inconvéniens ; mais il y en a d'autres peut-être encore plus grands qu'ils ont aussi négligé de prévoir ou de prévenir. Le jeune bois est moins fort que le bois plus âgé ; un barreau tiré du pied d'un arbre résiste plus qu'un barreau qui vient du sommet du même arbre ; un barreau pris à la circonférence près de l'aubier, est moins fort qu'un pareil morceau pris au centre de l'arbre d'ailleurs le degré de desséchement du bois fait beaucoup à sa résistance, le bois vert casse bien plus difficilement que le bois sec ; enfin le tems qu'on emploie à charger les pièces pour les faire rompre, doit aussi entrer en considération, parce qu'une pièce qui soutiendra pendant quelques minutes un certain poids, ne pourra pas soutenir ce poids pendant une heure, et j'ai trouvé que des poutres qui avaient chacune supporté sans se rompre pendant un jour en-

tier neuf milliers, avaient rompu au bout de cinq ou six mois sous la charge de six milliers, c'est-à-dire, qu'elles n'avaient pas pu porter pendant six mois les deux tiers de la charge qu'elles avaient portée pendant un jour. Tout cela prouve assez combien les expériences que l'on a faites sur cette matière, sont imparfaites, et peut-être cela prouve aussi qu'il n'est pas trop aisé de les bien faire.

Mes premières épreuves, qui sont en très-grand nombre, n'ont servi qu'à me faire reconnaître tous les inconvéniens dont je viens de parler. Je fis d'abord rompre quelques barreaux, et je calculai quelle devait être la force d'un barreau plus long et plus gros que ceux que j'avais mis à l'épreuve, et ensuite ayant fait rompre de ces derniers, et ayant comparé le résultat de mon calcul avec la charge actuelle, je trouvai de si grandes différences, que je répétai plusieurs fois la même chose sans pouvoir rapprocher le calcul de l'expérience; j'essayai sur d'autres longueurs et d'autres grosseurs, l'évènement fut le même : enfin je me déterminai à faire une suite complète d'expériences qui pût me servir à dresser une table de la force du bois, sur laquelle je pouvais compter, et que tout le monde pourra consulter au besoin.

Je vais rapporter en aussi peu de mots qu'il me sera possible, la manière dont j'ai exécuté mon projet.

J'ai commencé par choisir, dans un canton de mes bois, cent chênes sains et bien vigoureux, aussi voisins les uns des autres qu'il a été possible de les trouver, afin d'avoir du bois venu en même terrain, car les arbres de différens pays et de différens terrains ont des résistances différentes; autre inconvénient qui seul semblait d'abord anéantir toute l'utilité que j'espérais tirer de mon travail. Tous ces chênes étaient aussi de la même espèce, de la

belle espèce, qui produit du gros gland attaché un à un ou deux à deux sur la branche, les plus petits de ces arbres avaient environ 2 pieds et demie de circonférence, et les plus gros cinq pieds; je les ai choisis de différente grosseur, afin de me rapprocher davantage de l'usage ordinaire; lorsque les charpentiers ont besoin d'une pièce de 5 ou 6 pouces d'équarrissage, ils ne la prennent pas dans un arbre qui peut porter un pied, la dépense serait trop grande, et il ne leur arrive que trop souvent d'employer des arbres trop menus et où ils laissent beaucoup d'aubier; car je ne parle pas ici des solives de sciage qu'on emploie quelquefois, et qu'on tire d'un gros arbre; cependant il est bon d'observer en passant que ces solives de sciage sont faibles, et que l'usage en devrait être proscrit. On verra, dans la suite de ce mémoire, combien il est avantageux de n'employer que du bois de brin.

Comme le degré de desséchement du bois fait varier très-considérablement celui de sa résistance, et que d'ailleurs il est fort difficile de s'assurer de ce degré de desséchement, puisque souvent de deux arbres abattus en même-tems; l'un se dessèche en moins de tems que l'autre; j'ai voulu éviter cet inconvénient qui aurait dérangé la suite comparée de mes expériences, et j'ai cru que j'aurais un terme plus fixe et plus certain en prenant le bois tout vert. J'ai donc fait couper mes arbres un à un à mesure que j'en avais besoin; le même jour qu'on abattait un arbre, on le conduisait au lieu où ildevait être rompu; le lendemain, les charpentiers l'équarrissaient et des menuisiers le travaillaient à la varlope, afin de lui donner des dimentions exactes, et le surlendemain on le mettait à l'épreuve.

Voici en quoi consistait la machine avec laquelle j'ai fait le plus grand nombre de mes expériences. Deux forts

tréteaux de 7 pouches d'équarrissage, de 3 pieds de hauteur et d'autant de longueur, renforcés dans leur milieu par un bois debout; on posait sur ces tréteaux les deux extrémités de la pièce qu'on voulait rompre. Plusieurs boucles quarrées de fer rond, dont la plus grosse portait près de 9 pouces de largeur intérieure, et était d'un fer de 7 à 8 pouces de tour, la seconde boucle portait 7 pouces de largeur, et était faite d'un fer de 5 à 6 pouces de tour, les autres plus petites; on passait la pièce à rompre dans la boucle de fer, les grosses boucles servaient pour les grosses pièces, et les petites boucles pour les barreaux. Chaque boucle, à la partie supérieure, avait intérieurement une arête; elle était faite pour empêcher la boucle de s'incliner, et aussi pour faire voir la largeur du fer qui portait sur les bois à rompre. A la partie inférieure de cette boucle quarrée, on avait forgé deux crochets de fer de même grosseur que le fer de la boucle; ces deux crochets se séparaient, et formaient une boucle ronde d'environ 9 pouces de diamètre, dans laquelle on mettait une clef de bois de même grosseur et de 4 pieds de longueur. Cette clef portait une forte table de 14 pieds de longueur, sur 6 pieds de largeur, qui était faite de solives de 5 pouces d'épaisseur, mises les unes contre les autres, et retenues par des fortes barres : on la suspendait à la boucle par le moyen de la grosse clef de bois, et elle servait à placer les poids, qui consistaient en trois cents quartiers de pierre, taillés et numérotés, qui pesaient chacun 25, 50, 100, 150 et 200 livres; on portait ces pierres sur la table, et on bâtissait un massif de pierres large et long comme la table, et aussi haut qu'il était nécessaire pour faire rompre la pièce. J'ai cru que cela était assez simple pour pouvoir en donner l'idée nette sans le secours d'une figure.

On avait soin de mettre de niveau la pièce et les tréteaux que l'on cramponnait, afin de les empêcher de reculer ; huit hommes chargeaient continuellement la table, et commençaient par placer au centre les poids de 200 livres, ensuite ceux de 150, ceux de 100, ceux de 50, et enfin au dessus ceux de 25 livres. Deux hommes portés par un échaffaud suspendu en l'air par des cordes, plaçaient les poids de 50 et 25 livres, qu'on n'aurait pu arranger depuis le bas sans courir risque d'être écrasé; quatre autres hommes appuyaient et soutenaient les quatre angles de la table, pour l'empêcher de vaciller, et pour la tenir en équilibre ; un autre, avec une longue règle de bois, observait combien la pièce pliait à mesure qu'on la chargeait, et un autre marquait le tems et écrivait la charge, qui souvent s'est trouvé monter à 20, 25 et jusqu'à près de 28 milliers de livres.

J'ai fait rompre de cette façon plus de cent pièces de bois, tant poutres que solives, sans compter 300 barreaux, et ce grand nombre de pénibles épreuves a été à peine suffisant pour me donner une échelle suivie de la force du bois, pour toutes les grosseurs et longueurs; j'en ai dressé une table que je donne à la fin de ce mémoire ; si on la compare avec celles de M. Musschenbroeck et des autres physiciens qui ont travaillé sur cette matière, on verra combien leurs résultats sont différens des miens.

Afin de donner d'avance une idée juste de cette opération, par laquelle j'ai fait rompre les pièces de bois pour en reconnaître la force, je vais rapporter le procédé exact de l'une de mes expériences, par laquelle on pourra juger de toutes les autres.

Ayant fait abattre un chêne de 5 pieds de circonférence, je l'ai fait amener et travailler le même jour par

des charpentiers; le lendemain, des menuisiers l'ont réduit à 8 pouces d'équarrissage et à 12 pieds de longueur. Ayant examiné avec soin cette pièce, je jugeai qu'elle était fort bonne, elle n'avait d'autre défaut qu'un petit nœud à l'une des faces. Le surlendemain, j'ai fait peser cette pièce, son poids se trouva être de de 409 livres; ensuite l'ayant passée dans la boucle de fer, et ayant tourné en haut la face où était le petit nœud, je fis disposer la pièce de niveau sur les tréteaux, elle portait de 6 pouces sur chaque tréteau; cette portée de 6 pouces était celle des pièces de 12 pieds; celles de 24 pieds portaient de 12 pouces, et ainsi des autres, qui portaient toujours d'un demi-pouce par pied de longueur : ayant ensuite fait glisser la boucle de fer jusqu'au milieu de la pièce, on souleva à force de leviers la table qui, seule avec les boucles et la clef, pesait 2500 livres. On commença à trois heures cinquante-six minutes : huit hommes chargeaient continuellement la table; à cinq heures trente-neuf minutes, la pièce n'avoit encore plié que de 2 pouces, quoique chargée de 16 milliers; à cinq heures quarante cinq minutes, elle avait plié de 2 pouces et demi, et elle était chargée de 18500 livres; à cinq heures cinquante une minutes, elle avait plié de 3 pouces, et était chargée de 21 milliers; à six heures une minute, elle avait plié de 3 pouces et demi, et elle était chargée de 23625 livres; dans cet instant, elle fit un éclat comme un coup de pistolet, aussitôt on discontinua de charger, et la pièce plia d'un demi-pouce de plus, c'est-à-dire, de 4 pouces en tout. Elle continua d'éclater avec grande violence pendant plus d'une heure, et il en sortait par les bouts une espèce de fumée avec un sifflement. Elle plia de près de 7 pouces, avant que de rompre absolument, et supporta, pendant tout ce tems, la charge de 23625 livres. Une partie des

fibres ligneuses était coupée net comme si on l'eût sciée, et le reste s'était rompu en se déchirant, en se tirant et laissant des intervalles à peu-près comme on en voit entre les dents d'un peigne; l'arête de la boucle de fer qui avait 3 lignes de largeur, et sur laquelle portait toute la charge, était entrée d'une ligne et demie dans le bois de la pièce, et avait fait refouler de chaque côté un faisceau de fibres, et le petit nœud, qui était à la face supérieure, n'avait point du tout contribué à la faire rompre.

J'ai un journal où il y a plus de cent expériences aussi détaillées que celle-ci, dont il y en a plusieurs qui sont plus fortes. J'en ai fait sur des pièces de 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, et 28 pieds de longueur et de toutes grosseurs, depuis 4 jusqu'à 8 pouces d'équarrissage, et j'ai toujours pour une même longueur et grosseur fait rompre trois ou quatre pièces pareilles, afin d'être assuré de leur force respective.

La première remarque que j'ai faite, c'est que le bois ne casse jamais sans avertir, à moins que la pièce ne soit fort petite ou fort sèche; le bois vert casse plus difficilement que le bois sec, et en général le bois qui a du ressort, résiste beaucoup plus que celui qui n'en a pas: l'aubier, le bois des branches, celui du sommet de la tige d'un arbre, tout le bois jeune est moins fort que le bois plus âgé. La force du bois n'est pas proportionnelle à son volume; une pièce double ou quadruple d'une autre pièce de même longueur, est beaucoup plus du double ou du quadruple plus forte que la première; par exemple, il ne faut pas quatre milliers pour rompre une pièce de 10 pieds de longueur et de 4 pouces d'équarrissage, et il en faut dix pour rompre une pièce double; il faut vingt-six milliers pour rompre une pièce quadruple, c'est-à-dire, une pièce

de 10 pieds de longueur sur 8 pouces d'équarrissage. Il en est de même pour la longueur, il semble qu'une pièce de 8 pieds et de même grosseur qu'une pièce de 16 pieds, doit par les règles de la mécanique, porter juste le double ; cependant elle porte beaucoup moins. Je pourrais donner les raisons physiques de tous ces faits, mais je me borne à donner des faits ; le bois qui, dans le même terrain, croît le plus vîte, est le plus fort ; celui qui a crû lentement, et dont les cercles annuels, c'est-à-dire, les couches ligneuses sont minces, est plus faible que l'autre.

J'ai trouvé que la force du bois est proportionnelle à sa pesanteur, de sorte qu'une pièce de même longueur et grosseur, mais plus pesante qu'une autre pièce, sera aussi plus forte à-peu-près en même raison. Cette remarque donne les moyens de comparer la force des bois qui viennent de différens pays et de différens terrains, et étend infiniment l'utilité de mes expériences ; car lorsqu'il s'agira d'une construction importante ou d'un ouvrage de conséquence, on pourra aisément, au moyen de ma table, et en pesant les pièces, ou seulement des échantillons de ces pièces, s'assurer de la force du bois qu'on emploie, et on évitera le double inconvénient d'employer trop ou trop peu de cette matière, que souvent on prodigue mal-à-propos, et que quelquefois on ménage avec encore moins de raison.

On serait porté à croire qu'une pièce qui, comme dans mes expériences, est posée librement sur deux traiteaux, doit porter beaucoup moins qu'une pièce retenue par les deux bouts, et infixée dans une muraille, comme sont les poutres et les solives d'un bâtiment ; mais si on fait réflexion qu'une pièce qui se suppose de 24 pieds de longueur, en baissant de 6 pouces dans son milieu, ce qui est souvent plus qu'il n'en faut pour la

faire rompre, ne hausse en même-tems que d'un demi-pouce à chaque bout, et que même elle ne hausse guère que de 3 lignes, parce que la charge tire le bout hors de la muraille, souvent beaucoup plus qu'elle ne le fait hausser; on verra bien que mes expériences s'appliquent à la position ordinaire des poutres dans un bâtiment : la force qui les fait rompre en les obligeant de plier dans le milieu et de hausser par les bouts, est cent fois plus considérable que celle des plâtres et des mortiers qui cèdent et se dégradent aisément, et je puis assurer, après l'avoir éprouvé, que la différence de force d'une pièce posée sur deux appuis et libre par les deux bouts, et de celle d'une pièce fixée par les deux bouts dans une muraille bâtie à l'ordinaire, est si petite qu'elle ne mérite pas qu'on y fasse attention.

J'avoue qu'en retenant une pièce par des ancres de fer, en la posant sur des pierres de taille dans une bonne muraille on augmente considérablement la force. J'ai quelques expériences sur cette position, dont je pourrai donner les résultats. J'avouerai même de plus, que si cette pièce était invinciblement retenue et inébranlablement contenue par les deux bouts dans des enchâtres d'une matière inflexible et parfaitemant dure, il faudrait une force presque infinie pour la rompre ; car on peut démontrer que pour rompre une pièce ainsi posée, il faudrait une force beaucoup plus grande que la force nécessaire pour rompre une pièce de bois debout, qu'on tirerait ou qu'on presserait suivant sa longueur.

Dans les bâtimens et les *contignations* ordinaires, les pièces de bois sont chargées dans toute leur longueur et en différens points, au lieu que, dans mes expériences, toute la charge est réunie dans un seul point au milieu; cela fait une différence considérable, mais qu'il est aisé de déterminer au juste; c'est une affaire de calcul que tout constructeur un peu versé dans la mécanique pourra suppléer aisément.

Pour essayer de comparer les effets du tems sur la résistance du bois, et pour reconnaître combien il diminue de sa force, j'ai choisi quatre pièces de 18 pieds de longueur, sur 7 pouces de grosseur; j'en ai fait rompre deux, qui en nombres ronds, ont porté neuf milliers chacune pendant une heure : j'ai fait charger les deux autres de six milliers seulement, c'est-à-dire, des deux tiers de la première charge, et je les ai laissé ainsi chargées, résolu d'attendre l'événement. L'une de ces pièces a cassé au bout de cinq mois et vingt-cinq jours, et l'autre au bout de six mois et dix-sept jours. Après cette expérience, je fis travailler deux autres pièces toutes pareilles, et je ne les fis charger que de la moitié, c'est-à-dire, de 4500 livres; je les ai tenu pendant plus de deux ans ainsi chargées, elles n'ont pas rompu, mais elles ont plié assez considérablement; ainsi, dans des bâtimens qui doivent durer long-tems, il ne faut donner au bois tout au plus que la moitié de la charge qui peut le faire rompre, et il n'y a que dans des cas pressans et dans des constructions qui ne doivent pas durer comme lorsqu'il faut faire un pont pour passer une armée, ou un échaffaud pour secourir ou assaillir une ville, qu'en peut hasarder de donner au bois les deux tiers de sa charge.

Je ne sais s'il est nécessaire d'avertir que j'ai rebuté plusieurs pièces qui avaient des défauts, et que je n'ai compris dans ma table que les expériences dont j'ai été satisfait. J'ai encore rejeté plus de bois que je n'en ai employé; les nœuds, le fil tranché et les autres défauts de bois sont assez aisés à voir; mais il est difficile de juger de leur effet par rapport à la force d'une pièce, il est sûr qu'ils la diminuent beaucoup, et j'ai trouvé un moyen d'estimer à peu-près la diminution de force causée par un nœud. On sait qu'un nœud est une es-

pèce de cheville adhérente à l'intérieur du bois, on peut même connaître à-peu-près, par le nombre des cercles annuels qu'il contient, la profondeur à laquelle il pénètre; j'ai fait faire des trous en forme de cône et de même profondeur dans des pièces qui étaient sans nœuds, et j'ai rempli ces trous avec des chevilles de même figure; j'ai fait rompre ces pièces, et j'ai reconnu par-là combien les nœuds ôtent de force au bois, ce qui est beaucoup audelà de ce qu'on pourrait imaginer : un nœud qui se trouvera ou une cheville qu'on mettra à la face inférieure, sur-tout à l'une des arêtes, diminue quelquefois d'un quart la force de la pièce. J'ai aussi essayé de reconnaître, par plusieurs expériences, la diminution de force causée par le fil tranchée du bois. Je suis obligé de supprimer les résultats de ces épreuves qui demandent beaucoup de détail : qu'il me soit permis cependant de rapporter un fait qui paraîtra singulier, c'est qu'ayant fait rompre des pièces courbes, telles qu'on les emploie pour la construction des vaisseaux, des dômes, etc. j'ai trouvai qu'elles résistent davantage en opposant à la charge le côté concave; on imaginerait d'abord le contraire, et on penserait qu'en opposant le côté convexe, comme la pièce fait voûte, elle devrait résister davantage; cela serait vrai pour une pièce dont les fibres longitudinales seraient courbes naturellement, c'est-à-dire, pour une pièce courbe, dont le fil du bois serait continu et non tranché; mais, comme les pièces courbes dont je me suis servi, et presque toutes celles dont on se sert dans les constructions, sont prises dans un arbre qui a de l'épaisseur, la partie intérieure de ces couches est beaucoup plus tranchée que la partie extérieure, et par conséquent elle résiste moins, comme je l'ai trouvé par mes expériences.

Il semblerait que des épreuves faites avec tant d'ap-

pareil et en si grand nombre, ne devraient rien laisser à desirer, sur-tout dans une matière aussi simple que celle-ci; cependant je dois convenir, et je l'avouerai volontiers, qu'il reste encore bien des choses à trouver; je n'en citerai que quelques-unes. On ne connaît pas le rapport de la force de la cohérence longitudinale du bois à la force de son union transversale, c'est-à-dire, quelle force il faut pour rompre, et quelle force il faut pour fendre une pièce. On ne connaît pas la résistance du bois dans des positions différentes de celles que supposent mes expériences; positions cependant assez ordinaires dans les bâtimens, et sur lesquelles il serait très-important d'avoir des règles certaines; je veux parler de la force des bois debout, des bois inclinés, des bois retenus par une seule extrémités, etc. Mais en partant des résultats de mon travail, on pourra parvenir aisément à ces connaissances qui nous manquent. Passons maintenant au détail de mes expériences.

J'ai d'abord recherché quels étaient la densité et le poids du bois de chêne dans les différens âges, quelle proportion il y a entre la pesanteur du bois qui occupe le centre, et la pesanteur du bois de la circonférence, et encore entre la pesanteur du bois parfait et celle de l'aubier, etc.

J'ai fait tirer un bloc du pied d'un chêne abattu le même jour, et ayant posé la pointe d'un compas au centre des cercles annuels, j'ai décrit une circonférence de cercle au tour de ce centre, et ensuite ayant posé la pointe du compas au milieu de l'épaisseur de l'aubier, j'ai décrit un pareil cercle dans l'aubier; j'ai fait ensuite tirer de ce bloc deux petits cylindres, l'un de cœur de chêne, et l'autre d'aubier, et les ayant posés dans les bassins d'une bonne balance hydrostatique, et qui penchait sensiblement à un quart de grain, je les ai

ajustés en diminuant peu-à-peu le plus pesant des deux, et lorsqu'ils m'ont paru parfaitement en équilibre, je les ai pesés, ils pesaient également chacun 371 grains, les ayant ensuite pesés séparément dans l'eau, où je ne fis que les plonger un moment, j'ai trouvé que le morceau de cœur perdait dans l'eau 317 grains, et le morceau d'aubier 344 des mêmes grains. Le peu de tems qu'ils demeurèrent dans l'eau, rendit insensible la différence de leur augmentation de volume par l'imbibition de l'eau, qui est très-différente dans le cœur du chêne et dans l'aubier.

Le même jour, j'ai fait faire deux autres cylindres, l'un de cœur et l'autre d'aubier de chêne, tirés d'un autre bloc, pris dans un arbre à-peu-près de même âge que le premier et à la même hauteur de terre : ces deux cylindres pesaient chacun 1978 grains, le morceau de cœur de chêne perdit dans l'eau 1635 grains, et le morceau d'aubier 1784. En comparant cette expérience avec la première, on trouve que le cœur de chêne ne perd, dans cette seconde expérience, que 307 ou environ, sur 371, au lieu de 317 et demi, et de même que l'aubier ne perd sur 371 grains que 330, au lieu de 344, ce qui est à-peu-près la même proportion entre le cœur et l'aubier : la différence réelle ne vient que de la densité différente tant du cœur que de l'aubier du second arbre, dont tout le bois en général était plus solide et plus dur que le bois du premier.

Trois jours après, j'ai pris dans un des morceaux d'un autre chêne abattu le même jour que les précédens, trois cylindres, l'un au centre de l'arbre, l'autre à la circonférence du cœur, et le troisième à l'aubier, qui pesaient tous trois 975 grains dans l'air, et les ayant pesés dans l'eau, le bois du centre perdit 873 grains, celui de la circonférence du cœur perdit 906, et l'aubier 938 grains.

En comparant cette troisième expérience avec les deux précédentes, on trouve que 371 grains du cœur du premier chêne perdant 317 grains et demi, 371 grains du cœur du second chêne auraient dû perdre 332 grains à peu-près; et de même que 371 grains d'aubier du premier chêne perdant 344 grains, 371 grains du second chêne auraient dû perdre 330 grains, et 371 grains de l'aubier du troisième chêne auraient dû perdre 356 grains, ce qui ne s'éloigne pas beaucoup de la première proposition; la différence réelle de la perte, tant du cœur que de l'aubier de ce troisième chêne, venant de ce que son bois était plus léger et un peu plus sec que celui des deux autres. Prenant donc la mesure moyenne entre ces trois différens bois de chêne, on trouve que 371 grains de cœur, perdent dans l'eau 319 grains un tiers de leur poids, et que 371 grains d'aubier perdent 343 grains de leur poids; donc le volume du cœur de chêne est au volume de l'aubier : : 319 un tiers : 343, et les masses : : 343 : 319 un tiers, ce qui fait environ un quinzième pour la différence entre les poids spécifiques du cœur et de l'aubier.

J'avais choisi, pour faire cette troisième expérience un morceau de bois dont les couches ligneuses m'avaient paru assez égales dans leur épaisseur, et j'enlevai mes trois cylindres, de telle façon que le centre de mon cylindre du milieu, qui était pris à la circonférence du cœur, était également éloigné du centre de l'arbre où j'avais enlevé mon premier cylindre de cœur, et du centre du cylindre d'aubier; par là, j'ai reconnu que la pesanteur du bois décroît à-peu-près en progression arithmétique, car la perte du cylindre du centre étant 873, et celle du cylindre d'aubier étant 938, on trouvera en prenant la moitié de la somme de ces deux nombres, que le bois de la circonférence du cœur doit

perdre 905 et demi, et, par l'expérience, je trouve qu'il a perdu 906; ainsi, le bois depuis le centre jusqu'à la dernière circonférence de l'aubier, diminue de densité en progression arithmétique.

Je me suis assuré, par des épreuves semblables à celles que je viens d'indiquer, de la diminution de pesanteur du bois dans sa longueur; le bois du pied d'un arbre pèse plus que le bois du tronc au milieu de sa hauteur, et celui de ce milieu pèse plus que le bois du sommet, et cela à-peu-près en progression arithmétique, tant que l'arbre prend de l'accroissement; mais il vient un tems où le bois du centre et celui de la circonférence du cœur pèsent à-peu-près également, et c'est le tems auquel le bois est dans sa perfection.

Les expériences ci-dessus ont été faites sur des arbres de soixante ans, qui croissaient encore, tant en hauteur qu'en grosseur; et les ayant répétées sur des arbres de quarante-six ans, et encore sur des arbres de trente-trois ans, j'ai toujours trouvé que le bois du centre à la circonférence, et du pied de l'arbre au sommet, diminuait de pesanteur à peu près en progression arithmétique.

Mais, comme je viens de l'observer, dès que les arbres cessent de croître, cette proportion commence à varier. J'ai pris dans le tronc d'un arbre d'environ cent ans, trois cylindres, comme dans les épreuves précédentes, qui tous trois pesaient 2004 grains dans l'air; celui du centre perdit dans l'eau 1713 grains, celui de la circonférence du cœur 1718 grains, et celui de l'aubier 1779 grains.

Par une seconde épreuve, j'ai trouvé que de trois autres cylindres, pris dans le tronc d'un arbre d'environ cent dix ans, et qui pesaient dans l'air 1122 grains, celui du centre perdit 1002 grains dans l'eau, celui de la circonférence du cœur 997 grains, et celui de l'aubier 1023 grains. Cette expérience prouve que le cœur

n'était plus la partie la plus solide de l'arbre, et elle prouve en même-tems que l'aubier est plus pesant et plus solide dans les vieux que dans les jeunes arbres.

J'avoue que dans les différens climats, dans les différens terrains, et même dans le même terrain, cela varie prodigieusement, et qu'on peut trouver des arbres situés assez heureusement pour prendre encore de l'accroissement en hauteur à l'âge de cent cinquante ans; ceux-ci font une exception à la règle, mais en général il est constant que le bois augmente de pesanteur jusqu'a un certain âge dans la proportion que nous avons établie; qu'après cet âge, le bois des différentes parties de l'arbre devient à-peu-près d'égale pesanteur, et c'est alors qu'il est dans sa perfection; et enfin que sur son déclin le centre de l'arbre venant à s'obstruer, le bois du cœur se dessèche faute de nourriture suffisante, et devient plus léger que le bois de la circouférence à proportion de la profondeur, de la différence du terrain et du nombre des circonstances qui peuvent prolonger ou raccourcir le tems de l'accroissement des arbres.

Ayant reconnu, par les expériences précédentes, la différence de la densité du bois dans les différens âges et dans les différens états où il se trouve, avant que d'arriver à sa perfection, j'ai cherché quelle était la différence de la force, aussi dans les mêmes différens âges; et pour cela j'ai fait tirer du centre plusieurs arbres, tous du même âge, c'est-à-dire, d'environ soixante ans, plusieurs barreaux de trois pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage, entre lesquels j'en ai choisi quatre qui étaient les plus parfaits; ils pesaient;

1er.	2^{d}.	3me.	4me.
onces.	onces.	onces.	onces.
$26\frac{31}{32}$ ...	$26\frac{18}{32}$ ...	$26\frac{16}{32}$ ...	$26\frac{15}{32}$.

Ils ont rompu sous la charge de

301^l ..	289^l ...	272^l ...	272^l.

Ensuite j'ai pris plusieurs morceaux du bois de la circonférence du cœur, de même longueur et de même équarrissage, c'est-à-dire, de 3 pieds, sur 1 pouce, entre lesquels j'ai choisi quatre des plus parfaits, ils pesaient :

1er.	2^{d}.	3me.	4me.
onces.	onces.	onces.	onces.
$25 \frac{26}{32}$...	$25 \frac{20}{32}$...	$25 \frac{14}{32}$...	$25 \frac{11}{32}$.

Ils ont rompu sous la charge de

262^{l}.... 258^{l}... 255^{l}. 253^{l}.

Et de même ayant pris quatre morceaux d'aubier, ils pesaient :

1er.	2^{d}.	3me.	4me.
onces.	onces.	onces.	onces.
$25 \frac{5}{32}$...	$24 \frac{31}{32}$...	$24 \frac{26}{32}$...	$34 \frac{24}{32}$.

Ils ont rompu sous la charge de

248^{l}... 242^{l}.... 241^{l}... 250^{l}.

Ces épreuves me firent soupçonner que la force du bois pourrait bien être proportionnelle à sa pesanteur, ce qui s'est trouvé vrai.

En comparant toutes mes expériences, j'ai vu que la force du bois ne suit pas bien exactement la même proportion que sa pesanteur; mais que toujours cette pesanteur diminue comme dans les premières expériences, du centre à la circonférence. Ces expériences ne sont pas suffisantes pour juger exactement de la force du bois; car les barreaux tirés du centre de l'arbre, sont autrement composés que les barreaux de la circonférence ou de l'aubier, et je ne fus pas long-tems sans m'apercevoir que cette différence dans la position, tant des couches ligneuses que des cloisons qui les unissent, devait influer beaucoup sur la résistance du bois.

J'examinai donc avec plus d'attention la forme et la situation d... couches ligneuses dans les différens bar-

reaux tirés des différentes parties du tronc de l'arbre, je vis que des barreaux tirés du centre, contenaient dans le milieu un cylindre de bois rond, et qu'ils n'étaient tranchés qu'aux arêtes ; je vis que ceux de la circonférence du cœur, formaient des plans presque parallèles entr'eux avec une courbure assez sensible, et que ceux de l'aubier étaient presque absolument parallèles avec une courbure insensible. J'observai de plus que le nombre des couches ligneuses variait très-considérablement dans les différens barreaux, de sorte qu'il y en avait qui ne contenaient que sept couches ligneuses, et d'autres en contenaient quatorze dans la même épaisseur d'un pouce. Je m'aperçus aussi que la position de ces couches ligneuses, et le sens où elles se trouvaient lorsqu'on faisait rompre le barreau, devaient encore faire varier leur résistance, et je cherchai les moyens de connaître au juste la proportion de cette variation.

J'ai fait tirer du même pied d'arbre, à la circonférence du cœur, deux barreaux de trois pieds de longueur, sur un pouce et demi d'équarrissage, chacun de ces deux barreaux contenait quatorze couches ligneuses presque parallèles entr'elles. Le premier pesait 3 livres 2 onces un huitième, et le second 3 livres 2 onces et demi. J'ai fait rompre ces deux barreaux, en les exposant de façon que, dans le premier, les couches ligneuses se trouvaient posées horizontalement, et dans le second, elles étaient situées verticalement. Je prévoyais que cette dernière position devait être avantageuse ; et en effet, le premier rompit sous la charge de 832 livres, et le second ne rompit que sous celle de 972 livres.

J'ai de même fait tirer plusieurs petits barreaux d'un pouce d'équarrissage, sur un pied de longueur ; l'un

de ces barreaux qui pesait 7 onces trente trente-deuxième, et contenait douze couches ligneuses posées horizontalement, a rompu sous 784 livres; l'autre qui pesait 8 onces, et contenait aussi douze couches ligneuses posées verticalement, n'a rompu que sous 860 livres.

Des deux autres pareils barreaux, dont le premier pesait 7 onces, et contenait huit couches ligneuses; et le second 7 onces dix trente-deuxième, et contenait aussi huit couches ligneuses; le premier dont les couches ligneuses étaient posées horizontalement, a rompu sous 778 livres; et l'autre dont les couches étaient posées verticalement, a rompu sous 828 livres.

J'ai de même fait tirer des barreaux de deux pieds de longueur, sur un pouce et demi d'équarrissage. L'un de ces barreaux qui pesait 2 livres 7 onces un seizième, et contenait douze couches ligneuses posées horizontalement, a rompu sous 1217 livres; et l'autre qui pesait 2 livres 7 onces un huitième, et qui contenait aussi douze couches ligneuses, a rompu sous 1294 livres.

Toutes ces expériences concourent à prouver qu'un barreau ou une solive résiste bien davantage lorsque les couches ligneuses qui le composent, sont situées perpendiculairement; elles prouvent aussi que plus il y a de couches ligneuses dans les barreaux ou autres petites pièces de bois, plus la différence de la force de ces pièces dans les deux positions opposées est considérable. Mais, comme je n'étais pas encore pleinement satisfait à cet égard, j'ai fait la même expérience sur des planches mises les unes contre les autres, et je les rapporterai dans la suite, ne voulant point interrompre ici l'ordre des tems de mon travail, parce qu'il me paraît plus naturel de donner les choses comme on les a faites.

Les expériences précédentes ont servi à me guider pour celles qui doivent suivre, elles m'ont appris qu'il

y a une différence considérable entre la pesanteur et la force du bois dans un même arbre, selon que ce bois est pris au centre ou à la circonférence de l'arbre; elles m'ont fait voir que la situation des couches ligneuses, faisait varier la résistance de la même pièce de bois. Elles m'ont encore appris que le nombre des couches ligneuses influe sur la force du bois, et dès-lors j'ai reconnu que les tentatives qui ont été faites jusqu'à présent sur cette matière, sont insuffisantes pour déterminer la force du bois; car toutes ces tentatives ont été faites sur des pièces d'un pouce ou un pouce et demi d'équarrissage, et on a fondé sur ces expériences, le calcul des tables qu'on nous a données pour la résistance des poutres, solives et pièces de toute grosseur et longueur, sans avoir fait aucune des remarques que nous avons énoncées ci-dessus.

Après ces premières connaissances de la force du bois, qui ne sont encore que des notions assez peu complètes, j'ai cherché à en acquérir de plus précises; j'ai voulu m'assurer d'abord si de deux morceaux de bois de même longueur et de même figure, mais dont le premier était double du second pour la grosseur; le premier avait une résistance double, et pour cela j'ai choisi plusieurs morceaux, pris dans les mêmes arbres et à la même distance du centre, ayant le même nombre d'années, situés de la même façon, avec toutes les circonstances nécessaires pour établir une juste comparaison.

J'ai pris à la même distance du centre d'un arbre, quatre morceaux de bois parfait, chacun de 2 pouces d'équarrissage, sur 18 pouces de longueur; ces quatre morceaux ont rompu sous 3226, 3062, 2983 et 2890 livres, c'es-à-dire, sous la charge moyenne de 3040 livres. J'ai de même pris quatre morceaux de 17 li-

gnes, faibles d'équarrissage, sur la même longueur, ce qui fait à très-peu près la moitié de grosseur des quatre premiers morceaux, et j'ai trouvé qu'ils ont rompu sous 1304, 1274, 1331, 1198 livres, c'est à-dire, au pied moyen, sous 1252 livres. Et de même j'ai pris quatre morceaux d'un pouce d'équarrissage, sur la même longueur de 18 pouces, ce qui fait le quart de grosseur des premiers, et j'ai trouvé qu'ils ont rompu sous 526, 517, 500, 496 livres, c'est-à-dire, au pied moyen, sous 510 livres. Cette expérience fait voir que la force d'une pièce n'est pas proportionnelle à sa grosseur, car ces grosseurs étant 1, 2, 4, les charges devraient être 510, 1020, 2040, au lieu qu'elles sont en effet 510, 1252, 3040, ce qui est fort différent, comme l'avaient déjà remarqué quelques auteurs qui ont écrit sur la résistance des solides.

J'ai pris de même plusieurs barreaux d'un pied, de 18 pouces, de 2 pieds et de 3 pieds de longueur, pour reconnaître si les barreaux d'un pied porteraient une fois autant que ceux de 2 pieds; et pour m'assurer si la résistance des pièces diminue justement dans la même raison que leur longueur augmente. Les barreaux d'un pied supportèrent, au pied moyen, 765 livres; ceux de 18 pouces, 500 livres; ceux de 2 pieds, 369 livres; et ceux de 3 pieds, 230 livres. Cette expérience me laissa dans le doute, parce que les charges n'étaient pas fort différentes de ce qu'elles devaient être, car au lieu de 765, 500, 369 et 230, la règle du levier demandait 765, 510 et demi, 382 et 255 livres, ce qui ne s'éloigne pas assez pour pouvoir conclure que la résistance des pièces de bois ne diminue pas en même raison que leur longueur augmente; mais d'un autre côté cela s'éloigne assez pour qu'on suspende son jugement, et en effet, on verra par la suite que l'on a ici raison de douter.

J'ai ensuite cherché quelle était la force du bois, en supposant la pièce inégale dans ses dimensions, par exemple, en la supposant d'un pouce d'épaisseur, sur 1 pouce et demi de largeur, et en plaçant sur l'une et ensuite sur l'autre de ces dimensions; et pour cela j'ai fait faire quatre barreaux d'aubier de 18 pouces de longueur, sur 1 pouce et demi d'une face, et sur 1 pouce de l'autre face; ces quatre barreacx posés sur sa face d'un pouce, ont supporté au moyen, 725 livres, et quatre autres barreaux tous semblables, posés sur la face d'un pouce et demi, ont supporté au pied moyen, 935 livres et demi. Quatre barreaux de bois parfait, posés sur la face d'un pouce, ont supporté au pied moyen, 775; et sur sa face d'un pouce et demi, 998 livres. Il faut toujours se souvenir que, dans ces expériences, j'avais soin de choisir des morceaux de bois à peu-près de même pesanteur qui contenaient le même nombre de couches ligneuses posées du même sens.

Avec toutes ces précautions et toute l'attention que je donnais à mon travail, j'avais souvent peine à me satisfaire; je m'apercevais quelquefois d'irrégularités et de variations qui dérangeaient les conséquences que je voulais tirer de mes expériences, et j'en ai plus de mille rapportées sur un registre, que j'ai faites à plusieurs desseins, dont cependant je n'ai pu rien tirer, et qui m'ont laissé dans une incertitude manifeste à bien des égards. Comme toutes ces expériences se faisaient avec des morceaux de bois d'un pouce, d'un pouce et demi ou de 2 pouces d'équarrissage, il fallait une attention très-scrupuleuse dans le choix du bois, une égalité presque parfaite dans sa pesanteur, même nombre dans les couches ligneuses; et, outre cela, il y avait un inconvénient presque inévitable, c'était l'obliquité de la direction des fibres, qui souvent rendait les morceaux

de bois tranchés les uns d'une couche, les autres d'une demi-couche, ce qui diminuait considérablement la force du barreau ; je ne parle pas des nœuds, des défauts du bois, de la direction très-oblique des couches ligneuses, on sent bien que tous ces morceaux étaient rejetés sans se donner la peine de les mettre à l'épreuve; enfin de ce grand nombre d'expériences que j'ai faites sur des petits morceaux, je n'en ai pu tirer rien d'assuré que les résultats que j'ai donnés ci-dessus, et je n'ai pas cru devoir hasarder d'en tirer des conséquences générales pour faire des tables sur la résistance du bois.

Ces considérations et les regrets des peines perdues, me déterminèrent à entreprendre de faire des expériences en grand ; je voyais clairement la difficulté de l'entreprise, mais je ne pouvais me résoudre à l'abandonner, et heureusement j'ai été beaucoup plus satisfait que je ne l'espérais d'abord.

Première expérience.

J'ai fait abattre un chêne de 5 pieds de circonférence, et d'environ 25 pieds de hauteur ; il était droit et sans branches jusqu'à la hauteur de 15 à 16 pieds ; je l'ai fait scier à 14 pieds, afin d'éviter les défauts du bois, causés par l'éruption des branches, et ensuite j'ai fait scier par le milieu cette pièce de 14 pieds, cela m'a donné deux pièces de 7 pieds chacune ; je les ai fait équarrir le lendemain par des charpentiers, et le surlendemain je les ai fait travailler à la varlope par des menuisiers, pour les réduire à 4 pouces juste d'équarrissage ; ces deux pièces étaient fort saines et sans aucun nœud apparent ; celle qui provenait du pied de l'arbre pesait 60 livres, celle qui venait du dessus du tronc pesait 56 livres ; on employa à charger la pre-

mière vingt-neuf minutes de tems, elle plia dans son milieu de 3 pouces et demi avant que d'éclater ; à l'instant que la pièce eut éclaté, on discontinua de la charger, elle continua d'éclater et de faire beaucoup de bruit pendant vingt-deux minutes, elle baissa dans son milieu de 4 pouces et demi, et rompit sous la charge de 5350 livres : la seconde pièce, c'est-à-dire, celle qui provenait de la partie supérieure du tronc fut chargée en vingt-deux minutes : elle plia dans son milieu de 4 pouces 6 lignes avant que d'éclater ; alors on cessa de la charger, elle continua d'éclater pendant huit minutes, et elle baissa dans son milieu de 6 pouces 6 lignes, et rompit sous la charge de 5275 livres.

II. Dans le même terrain où j'avais fait couper l'arbre qui m'a servi à l'expérience précédente, j'en ai fait abattre un autre presque semblable au premier, il était seulement un peu plus élevé; quoiqu'un peu moins gros, sa tige était assez droite, mais elle laissait paraître plusieurs petites branches de la grosseur d'un doigt dans la partie supérieure, et à la hauteur de 17 pieds, elle se divisait en deux grosses branches; j'ai fait tirer de cet arbre deux solives de 8 pieds de longueur, sur 4 pouces d'équarrissage, et je les ai fait rompre deux jours après, c'est-à-dire, immédiatement après qu'on les eut travaillées et réduites à la juste mesure; la première solive, qui provenait du pied de l'arbre, pesait 68 livres, et la seconde tirée de la partie supérieure de la tige ne pesait que 63 livres; on chargea cette première solive en quinze minutes, elle plia dans son milieu de 3 pouces 9 lignes avant que d'éclater ; dès qu'elle eut éclaté, on cessa de charger, la solive continua d'éclater pendant dix minutes, elle baissa dans son milieu de 8 pouces, après quoi elle rompit en faisant beaucoup de bruit sous le poids de 4600 livres : la seconde solive fut chargée en

treize minutes, elle plia de 4 pouces 8 lignes avant que d'éclater, et après le premier éclat, qui se fit à 3 pieds 2 pouces du milieu, elle baissa de 11 pouces en six minutes, et rompit au bout de ce tems, sous la charge de 4500 livres.

III. Le même jour, je fis abattre un troisième chêne voisin des deux autres, et j'en fis scier la tige par le milieu; on en tira deux solives de 9 pieds de longueur chacune, sur 4 pouces d'équarrissage; celle du pied pesait 77 livres, et celle du sommet 71 livres; et les ayant fait mettre à l'épreuve, la première fut chargée en quatorze minutes, elle plia de 4 pouces 10 lignes avant que d'éclater, et ensuite elle baissa de 7 pouces et demi, et rompit sous la charge de 4100 livres; celle du dessus de la tige, qui fut chargée en douze minutes, plia de 5 pouces et demi, éclata; ensuite elle baissa jusqu'à 9 pouces, et rompit net sous la charge de 3950 livres.

Ces expériences font voir que le bois du pied d'un arbre est plus pesant que le bois du haut de la tige; elles apprennent aussi que le bois du pied est plus fort et moins flexible que celui du sommet.

IV. J'ai choisi dans le même canton où j'avais déjà pris les arbres qui m'ont servi aux expériences précédentes, deux chênes de même espèce, de même grosseur, et à-peu-près semblables en tout; leur tige avait 3 pieds de tour, et n'avait guère que 11 à 12 pieds de hauteur jusqu'aux premières branches; je les fis équarrir et travailler tous deux en même-tems et on tira de chacun une solive de dix pieds de longueur, sur 4 pouces d'équarrissage; l'une de ces solives pesait 84 livres, et l'autre 82; la première rompit sous la charge de 3625 livres, et la seconde sous celle de 3600 livres. Je dois observer ici qu'on employa un tems égal à les charger,

et qu'elles éclatèrent toutes deux au bout de quinze minutes ; la plus légère plia un peu plus que l'autre, c'est-à-dire, de 6 pouces et demi, et l'autre de 5 pouces 10 lignes.

V. J'ai fait abattre, dans le même endroit, deux autres chênes de 2 pieds 10 à 11 pouces de grosseur, et d'environ 15 pieds de tige, j'en ai fait tirer deux solives de 12 pieds de longueur et de 4 pouces d'équarrissage ; la première pesait 100 livres, et la seconde 98; la plus pesante a rompu sous la charge de 3050 livres, et l'autre sous celle de 2925 livres, après avoir plié dans leur milieu, la première jusqu'à 7, et la seconde jusqu'à 8 pouces.

Voilà toutes les expériences que j'ai faites sur des solives de 4 pouces d'équarrissage ; je n'ai pas voulu aller au delà de la longueur de 12 pieds parce que, dans l'usage ordinaire, les constructeurs et les charpentiers n'emploient que très-rarement des solives de 12 pieds, sur 4 pouces d'équarrissage, et qu'il n'arrive jamais qu'ils se servent de pièces de 14 ou 15 pieds de longueur et de 4 pouces de grosseur seulement.

En comparant la différente pesanteur des solives employées à faire les expériences ci-dessus, on trouve, par la première de ces expériences, que le pied cube de ce bois pesait 74 livres quatre septièm-, par la seconde 73 sept huitième, par la troisième 74, par la quatrième 74 sept dixième, et par la cinquième 74 un quart, ce qui marque que le pied cube de ce bois pesait en nombres moyens 74 livres trois dixième.

En comparant les différentes charges des pièces avec leur longueur, on trouve que les pièces de 7 pieds de longueur, supportent 5313 livres, celles de 8 pieds 4550, celles de 9 pieds 4025, celles de 10 pieds 3612, et celles de 12 pieds 2987 ; au lieu que, par les règles ordinaires de la mécanique, celles de 7 pieds ayant sup-

porté 5313 livres, celles de 8 pieds auraient dû supporter 4649 livres, celles de 9 pieds 4121, celles de 10 pieds 3719, et celles de 12 pieds 3099 livres; d'où l'on peut déjà soupçonner que la force du bois décroît plus qu'en raison inverse de sa longueur. Comme il me paraissait important d'acquérir une certitude entière sur ce fait, j'ai entrepris de faire les expériences suivantes sur des solives de 5 pouces d'équarrissage, et de toutes longueurs, depuis 7 pieds jusqu'à 28.

VI. Comme je m'étais astreint à prendre dans le même terrain tous les arbres que je destinais à mes expériences, je fus obligé de me borner à des pièces de 28 pieds de longueur, n'ayant pu trouver dans ce canton des chênes plus élevés; j'en ai choisi deux dont la tige avait 28 pieds sans grosses branches, et qui en tout avaient plus de 45 à 50 pieds de hauteur; ces chênes avaient à-peu-près 5 pieds de tour au pied; je les ai fait abattre le 14 mars 1740, et les ayant fait amener le même jour, je les ai fait équarrir le lendemain; on tira de chaque arbre une solive de 28 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage; je les examinai avec attention pour reconnaître s'il n'y aurait pas quelques nœuds ou quelque défaut de bois vers le milieu, et je trouvai que ces deux longues pièces étaient fort saines: la première pesait 364 livres, et la seconde 360; je fis charger la plus pesante avec un équipage léger, on commença à deux heures cinquante-cinq minutes; à trois heures, c'est-à-dire, au bout de cinq minutes, elle avait déjà plié de 3 pouces dans son milieu, quoiqu'elle ne fût encore chargée que de 500 livres; à trois heures cinq minutes, elle avait plié de 7 pouces, et elle était chargée de 1000 livres; à trois heures dix minutes, elle avait plié de 14 pouces sous la charge de 1500 livres; enfin à trois heures douze à treize minutes, elle avait plié de

18 pouces et elle était chargée de 1800 livres. Dans cet instant, la pièce éclata violemment, elle continua d'éclater pendant quatorze minutes, et baissa de 25 pouces, après quoi elle rompit net au milieu sous ladite charge 1800 livres. La seconde pièce fut chargée de la même façon ; on commença à quatre heures cinq minutes, on la chargea d'abord de 500 livres, en cinq minutes elle avait plié de 5 pouces ; dans les cinq minutes suivantes, on la chargea encore de 500 livres, elle avait plié de 11 pouces et demi ; au bout de cinq autres minutes, elle avait plié de 18 pouces et demi sous la charge de 1500 livres ; deux minutes après, elle éclata sous celle de 1750 livres, et, dans ce moment, elle avait plié de 22 pouces ; on cessa de la charger, elle continua d'éclater pendant six minutes, et baissa jusqu'à 28 pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 1750 livres.

VII. Comme la plus pesante des deux pièces de l'expérience précédente avait rompu net dans son milieu, et que le bois n'était point éclaté ni fendu dans les parties voisines de la rupture, je pensai que les deux morceaux de cette pièce rompue, pourraient me servir pour faire des expériences sur la longueur de 14 pieds ; je prévoyais que la partie supérieure de cette pièce peserait moins et romprait plus aisément que l'autre morceau qui provenait de la partie inférieure du tronc ; mais en même-tems je voyais bien qu'en prenant le terme moyen entre les résistances de ces deux solives, j'aurais un résultat qui ne s'éloignerait pas de la résistance réelle d'une pièce de 14 pieds, prise dans un arbre de cette hauteur ou environ. J'ai donc fait scier le reste des fibres qui unissaient encore les deux parties, celle qui venait du pied de l'arbre se trouva peser 185 livres, et celle du sommet 178 livres et demie ; la

première fut chargée d'un millier dans les cinq premières minutes, elle n'avait pas plié sensiblement sous cette charge; on l'augmenta d'un second millier de livres dans les cinq minutes suivantes, ce poids de deux milliers la fit plier d'un pouce dans son milieu; un troisième millier en cinq autres minutes la fit plier en tout de 2 pouces; un quatrième millier la fit plier jusqu'à 3 pouces et demi, et un cinquième millier jusqu'à 5 pouces et demi; on allait continuer à la charger; mais, après avoir ajouté 250 aux cinq milliers dont elle était chargée, il se fit un éclat à une des arêtes inférieures, on discontinua de charger, les éclats continuèrent et la pièce baissa dans le milieu jusqu'à 10 pouces, avant que de rompre entièrement sous cette charge de 5250 livres; elle avait supporté tout ce poids pendant quarante-une minutes.

On chargea la seconde pièce comme on avait chargé la première, c'est-à-dire, d'un millier par cinq minutes; le premier millier la fit plier de 3 lignes, le second d'un pouce 4 lignes, le troisième de 3 pouces, le quatrième de 5 pouces 9 lignes; on chargeait le cinquième millier lorsque la pièce éclata tout-à-coup sous la charge de 4650 livres, elle avait plié de 8 pouces; après ce premier éclat, on cessa de charger, la pièce continua d'éclater pendant une demi-heure, et elle baissa jusqu'à 13 pouces, avant que de rompre entièrement sous cette charge de 4650 livres.

La première pièce qui provenait du pied de l'arbre, avait porté 5250 livres, et la seconde qui venait du sommet 4650 livres, cette différence me parut trop grande pour statuer sur cette expérience, c'est pourquoi je crus qu'il fallait réitérer, et je me servis de la seconde pièce de 28 pieds de la sixième expérience; elle avait rompu en éclatant à 2 pieds du milieu, du côté de la partie

supérieure de la tige; mais la partie inférieure ne paraissait pas avoir beaucoup souffert de la rupture, elle était seulement fendue de 4 à 5 pieds de longueur, et la fente, qui n'avait pas un quart de ligne d'ouverture, pénétrait jusqu'à la moitié ou environ de l'épaisseur de la pièce; je résolus, malgré ce petit défaut, de la mettre à l'épreuve, je la posai et je trouvai qu'elle pesait 183 livres; je la fis charger comme les précédentes, on commença à midi vingt minutes, le premier millier la fit plier de près d'un pouce, le second de 2 pouces 10 lignes, le troisième de 3 pouces 5 lignes; et un poids de 130 livres ajouté aux trois milliers la fit éclater avec grande force, l'éclat fut rejoindre la fente occasionnée par la première rupture, et la pièce baissa de 15 pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 3150 livres. Cette expérience m'apprit à me défier beaucoup des pièces qui avaient été rompues ou chargées auparavant, car il se trouve ici une différence de près de deux milliers sur cinq dans la charge, et cette différence ne doit être attribuée qu'à la fente de la première rupture qui avait affaibli la pièce.

Etant donc encore moins satisfait, après cette troisième épreuve, que je ne l'étais après les deux premières, je cherchai dans le même terrain deux arbres dont la tige pût me fournir deux solives de la même longueur de 14 pieds, sur 5 pouces d'équarrissage; et les ayant fait couper le 17 mars, je les fis rompre le 19 du même mois; l'une des pièces pesait 178 livres et l'autre 176; elles se trouvèrent heureusement fort saines et sans aucun défaut apparent ou caché; la première ne plia point sous le premier millier, elle plia d'un pouce sous le second, de 2 pouces et demi sous le troisième, de 4 pouces et demi sous le quatrième, et de 7 pouces un quart sous le cinquième; on la chargea encore de 400

livres, après quoi elle fit un éclat violent, et continua d'éclater pendant vingt-une minutes; elle baissa jusqu'à 13 pouces, et rompit enfin sous la charge de 5400 livres; la seconde plia un peu sous le premier millier, elle plia d'un pouce 3 lignes sous le second, de 3 pouces sous le troisième, de 5 pouces sous le quatrième, et de près de 8 pouces sous le cinquième, 200 livres de plus la firent éclater; elle continua à faire du bruit et à baisser pendant dix-huit minutes, et rompit au bout de ce tems sous la charge de 5200 livres. Ces deux premières expériences me satisfirent pleinement, et je fus alors convaincu que les pièces de 14 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, peuvent porter au moins cinq milliers, tandis que, par la loi du levier, elles n'auraient dû porter que le double des pièces de 28 pieds, c'est-à-dire 3600 livres ou environ.

VIII. J'avais fait abattre le même jour deux autres chênes, dont la tige avait environ 16 à 17 pieds de hauteur sans branches, et j'avais fait scier ces deux arbres en deux parties égales, cela me donna quatre solives de 7 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage; de ces quatre solives je fus obligé d'en rebuter une qui provenait de la partie inférieure de l'un de ces arbres à cause d'une tare assez considérable; c'était un ancien coup de cognée que cet arbre avait reçu dans sa jeunesse à 3 pieds et demi au dessus de terre; cette blessure s'était recouverte avec le tems, mais la cicatrice n'était pas réunie et subsistait en entier, ce qui faisait un défaut très-considérable; je jugeai donc que cette pièce devait être rejetée. Les trois autres étaient assez saines et n'avaient aucun défaut; l'une provenait du pied, et les deux autres du sommet des arbres; la différence de leur poids le marquait assez, car celle qui venait du pied pesait 94 livres, et les deux autres, l'une pesait 90 livres

et l'autre 88 livres et demie. Je les fis rompre toutes trois le même jour, 19 mars, on employa près d'une heure pour charger la première; d'abord on la chargeait de deux milliers par cinq minutes, on se servit d'un gros équipage qui pesait seul 2500 livres; au bout de quinze minutes, elle était chargée de 7 milliers, elle n'avait encore plié que de 5 lignes. Comme la difficulté de charger augmentait, on ne put, dans les cinq minutes suivantes, la charger, que de 1500 livres, elle avait plié de 9 lignes; mille livres qu'on mit ensuite dans les cinq minutes suivantes, la firent plier d'un pouce 3 lignes, autre mille livres en cinq minutes l'amenèrent à 1 pouce 11 lignes, encore mille livres, à 2 pouces 6 lignes; on continuait de charger; mais la pièce éclata tout-à-coup et très-violemment sous la charge de 11775 livres, elle continua d'éclater avec grande violence pendant dix minutes, baissa jusqu'à 3 pouces 7 lignes, et rompit net au milieu.

La seconde pièce qui pesait 90 livres, fut chargée comme la première, elle plia plus aisément, et rompit au bout de trente-cinq minutes sous la charge de 10950 livres; mais il y avait un petit nœud à la surface inférieure qui avait contribué à la faire rompre.

La troisième pièce qui ne pesait que 88 livres et demi, ayant été chargée en cinquante-trois minutes, rompit sous la charge de 11275 livres. J'observai qu'elle avait encore plus plié que les deux autres; mais on manqua de marquer exactement les quantités dont ces deux dernières pièces plièrent à mesure qu'on les chargeait. Par ces trois épreuves, il est aisé de voir que la force d'une pièce de bois de 7 pieds de longueur, qui ne devrait être que quadruple de la force d'une pièce de bois de 28 pieds, est à-peu-près sextuple.

IX. Pour suivre plus loin ces épreuves et m'assurer

de cette augmentation de force en détail et dans toutes les longueurs des pièces de bois, j'ai fait abattre, toujours dans le même canton, deux chênes fort lisses, dont la tige portait plus de 25 pieds sans aucunes grosses branches; j'en ai fait tirer deux solives de 24 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage; ces deux pièces étaient fort saines et d'un bois liant qui se travaillait avec facilité. La première pesait 310 livres, et la seconde n'en pesait que 307; je les ai fait charger avec un petit équipage de 500 livres par cinq minutes, la première a plié de 2 pouces sous une charge de 500 livres, de 4 pouces et demi sous celle d'un millier, de 7 pouces et demi sous 1500 livres, et de près de 11 pouces sous 2000 livres. La pièce éclata sous 2200, et rompit au bout de cinq minutes, après avoir baissé jusqu'à 15 pouces. La seconde pièce plia de 3 pouces, 6 pouces, 9 pouces et demi, 13 pouces sous les charges successives et accumulées de 500, 1000, 1500 et 2000 livres, et rompit sous 2125 livres, après avoir baissé jusqu'à 16 pouces.

X. Il me fallait deux pièces de 12 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage pour comparer leur force avec celle des pièces de 24 pieds de l'expérience précédente, j'ai choisi pour cela deux arbres qui étaient à la vérité un peu trop gros, mais que j'ai été obligé d'employer faute d'autres; je les ai fait abattre le même jour avec huit autres arbres; savoir, deux de 22 pieds, deux de 20, et quatre de 12 à 13 pieds de hauteur; j'ai fait travailler le lendemain ces deux premiers arbres, et en ayant fait tirer deux solives de 12 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, j'ai eté un peu surpris de trouver que l'une des solives pesait 156 livres, et que l'autre ne pesait que 138 livres. Je n'avais pas encore trouvé d'aussi grandes différences, même à

beaucoup près dans le poids de deux pièces semblables; je pensai d'abord, malgré l'examen que j'en avais fait, que l'une des pièces était trop forte et l'autre trop faible d'équarrissage; mais les ayant bien mesurées partout avec un troussequin de menuisier, et ensuite avec un compas courbe, je reconnus qu'elles étaient parfaitement égales; et comme elles étaient saines et sans aucun défaut, je ne laissai pas de les faire rompre toutes deux, pour reconnaître ce que cette différence de poids produirait. On les chargea toutes deux de la même façon, c'est-à-dire, d'un millier en cinq minutes; la plus pesante plia de un quart, trois quarts, 1 et demi, 2 trois quarts, 4, 5 pouces et demi dans les cinq, dix, quinze, vingt, vingt-cinq et trente minutes qu'on employa à la charger, et elle éclata sous la charge de 6050 livres, après avoir baissé jusqu'à 13 pouces avant que de rompre absolument. La moins pesante des deux pièces plia de quatre cinquième, 1, 2, 3 et demi, 5 un quart dans les cinq, dix, quinze, vingt-cinq minutes, et elle éclata sous la charge de 5225 livres, sous laquelle au bout de 7 à 8 minutes elle rompit entièrement : on voit que la différence est ici à-peu-près aussi grande dans les charges que dans les poids, et que la pièce légère était très-faible. Pour lever les doutes que j'avais sur cette expérience, je fis tout de suite travailler un autre arbre de 13 pieds de longueur, et j'en fis tirer une solive de 12 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage; elle se trouva peser 154 livres, et elle éclata après avoir plié de 5 pouces 9 lignes, sous la charge de 6100 livres. Cela me fit voir que les pièces de 12 pieds, sur 5 pouces, peuvent supporter environ 6000 livres, tandis que les pièces de 24 pieds ne portent que 2200, ce qui fait un poids beaucoup plus fort que le double de 2200 qu'elles auraient dû porter par la loi du levier.

Il me restait, pour satisfaire sur toutes les circonstances de cette expérience, à trouver pourquoi, dans un même terrain, il se trouve quelquefois des arbres dont le bois est si différent en pesanteur et en résistance ; j'allai, pour le découvrir, visiter le lieu, et ayant sondé le terrain auprès du tronc de l'arbre qui avait fourni la pièce légère je reconnus qu'il y avait un peu d'humidité qui séjournait au pied de cet arbre, par la pente naturelle du lieu, et j'attribuait la faiblesse de ce bois au terrain humide où il était crû, car je ne m'aperçus pas que la terre fût d'une qualité différente, et ayant sondé dans plusieurs endroits, je trouvai partout une terre semblable. On verra, par l'expérience suivante, que les différens terrains produisent des bois qui sont quelquefois de pesanteur et de force encore plus inégales.

XI. J'ai choisi dans le même terrain où je prenais tous les arbres qui me servaient à faire mes expériences, un arbre à-peu-près de la même grosseur que ceux de l'expérience neuvième, et en même-tems j'ai cherché un autre arbre à-peu-près semblable au premier, dans un terrain différent; la terre est forte et mêlée de glaise dans le premier terrain, et dans le second ce n'est qu'un sable presque sans aucun mélange de terre. J'ai fait tirer de chacun de ces arbres une solive de 22 pieds, sur 5 pouces d'équarrissage ; la première solive, qui venait du terrain fort, pesait 281 livres, l'autre, qui venait du terrain sablonneux, ne pesait que 232 livres, ce qui fait une différence de près d'un sixième dans le poids. Ayant mis à l'épreuve la plus pesante de ces deux pièces, elle plia de 11 pouces 3 lignes avant que d'éclater, et elle baissa jusqu'à 19 pouces avant que de rompre absolument, elle supporta, pendant 18 minutes, une charge de 2975 livres ; mais la seconde pièce, qui venait du

terrain sablonneux, ne plia que de 5 pouces avant que d'éclater, et ne baissa que de 8 pouces et demi dans son milieu, et elle rompit au bout de 3 minutes sous la charge de 2350 livres, ce qui fait une différence de plus d'un cinquième dans la charge. Je rapporterai dans la suite quelques autres expériences à ce sujet; mais revenons à notre échelle des résistances, suivant les différentes longueurs.

XII. De deux solives de 20 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, prises dans le même terrain et mises à l'épreuve le même jour, la première qui pesait 263 livres, supporta, pendant dix minutes, une charge de 3275 livres, et ne rompit qu'après avoir plié dans son milieu de 16 pouces 2 lignes; la seconde solive qui pesait 259 livres, supporta, pendant huit minutes, une charge de 3175 livres, et rompit après avoir plié de 20 pouces et demi.

XIII. J'ai ensuite fait faire trois solives de 10 pieds de longueur et du même équarrissage de 5 pouces, la première pesait 132 livres, et a rompu sous la charge de 7225 livres au bout de vingt minutes, et après avoir baissé de 7 pouces et demi; la seconde pesait 130 livres, elle a rompu, après vingt minutes, sous la charge de 7050 livres, et elle a baissé de 6 pouces 9 lignes; la troisième pesait 128 livres et demi, elle a rompu sous la charge do 7100 livres après avoir baissé de 8 pouces 7 lignes, et cela au bout de dix-huit minutes.

En comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de 20 pieds, sur 5 pouces d'équarrissage, peuvent porter une charge de 3225 livres, et celles de 10 pieds de longueur et du même équarrissage de 5 pouces, une charge de 7125 livres, au lieu que par les règles de la mécanique elles n'auraient dû porter que 6450 livres.

XIV. Ayant mis à l'épreuve deux solives de 18 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, j'ai trouvé que la première pesait 252 livres, et qu'elle a supporté, pendant onze minutes, une charge de 3750 livres, après avoir baissé de 17 pouces, et que la seconde, qui pesait 231 livres, a supporté une charge de 3650 livres pendant dix minutes, et n'a rompu qu'après avoir baissé de 15 pouces.

XV. Ayant de même mis à l'épreuve trois solives de 9 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, j'ai trouvé que la première, qui pesait 118 livres, a porté, pendant cinquante-huit minutes, une charge de 8400 livres, après avoir plié dans son milieu de 5 pouces; la seconde qui pesait 116 livres, a supporté, pendant quarante-six minutes, une charge de 8325 livres, après avoir plié dans son milieu de 5 pouces 4 lignes; et la troisième qui pesait 115 livres, a supporté, pendant quarante minutes, une charge de 8200 livres, et elle a plié de 5 pouces dans son milieu.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de 18 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, portent 3700 livres, et que celles de 9 pieds portent 8308 livres et un tiers, au lieu qu'elles n'auraient dû porter selon les règles du levier que 7400 livres.

XVI. Enfin ayant mis à l'épreuve deux solives de 16 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage; la première qui pesait 209 livres, a porté, pendant dix-sept minutes, une charge de 4425 livres, et elle a rompu après avoir baissé de 16 pouces; la seconde qui pesait 205, a porté pendant 15 minutes, une charge de 4275 livres, et elle a rompu après avoir baissé de 12 pouces et demi.

XVII. Et ayant mis à l'épreuve deux solives de 8

pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage; la première qui pesait 184 livres, porta, pendant quarante minutes, une charge de 9900 livres, et rompit après avoir baissé de 5 pouces; la seconde qui pesait 102 livres, porta, pendant trente-neuf minutes, une charge de 9675 livres, et rompit après avoir plié de 4 pouces 7 lignes.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que la charge moyenne des pièces de 16 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, est 4350 livres, et que celle des pièces de 8 pieds et du même équarrissage, est 9787 un quart, au lieu que par la règle du levier, elle devrait être de 8700 livres.

Il résulte de toutes ces expériences, que la résistance du bois n'est point en raison inverse de sa longueur, comme on l'a cru jusqu'ici, mais que cette résistance décroît très-considérablement à mesure que la longueur des pièces augmente, ou si l'ont veut qu'elle augmente beaucoup à mesure que cette longueur diminue; il n'y a qu'à jeter les yeux sur la table ci-après pour s'en convaincre, on voit que la charge d'une pièce de 10 pieds, est le double et un neuvième de celle d'une pièce de 20 pieds; que la charge d'une pièce de 9 pieds, est le double et environ le huitième de celle d'une pièce de 18 pieds; que la charge d'une pièce de 8 pieds, est le double et un huitième presque juste de celle d'une pièce de 16 pieds, que la charge d'une pièce de 7 pieds, est le double et beaucoup plus d'un huitième de celle de 14 pieds; de sorte qu'à mesure que la longueur des pièces diminue, la résistance augmente, et cette augmentation de résistance croît de plus en plus.

On peut objecter ici que cette règle de l'augmentation de la résistance qui croît de plus en plus, à mesure que les pièces sont moins longues, ne s'observe pas au-delà de la longueur de 20 pieds, et que les expériences

rapportées ci-dessus sur des pièces de 24 et de 28 pieds, prouvent que la résistance du bois augmente plus dans une pièce de 14 pieds, comparée à une pièce de 28, que dans une pièce de 7 pieds, comparée à une pièce de 14; et que de même cette résistance augmente plus que la règle ne le demande, dans une pièce de 12 pieds, comparée à une pièce de 24 pieds; mais il n'y a rien là qui se contrarie, et cela n'arrive ainsi que par un effet bien naturel, c'est que la pièce de 18 pieds et celle de 24 pieds, qui n'ont que 5 pouces d'équarrissage, sont trop disproportionnées dans leurs dimensions, et que le poids de la pièce même est une partie considérable du poids total qu'il faut pour la rompre, car il ne faut que 1775 livres pour rompre une pièce de 28 pieds, et cette pièce pèse 362 livres. On voit bien que le poids de la pièce devient dans ce cas une partie considérable de la charge qui la fait rompre; et d'ailleurs ces longues pièces minces pliant beaucoup avant de rompre, les plus petits défauts du bois, et sur-tout le fil tranché contribuent beaucoup plus à la rupture.

Il serait aisé de faire voir qu'une pièce pourrait rompre par son propre poids, et que la longueur qu'il faudrait supposer à cette pièce proportionnellement à sa grosseur, n'est pas à beaucoup près aussi grande qu'on pourrait l'imaginer; par exemple, en partant du fait acquis par les expériences ci-dessus, que la charge d'une pièce de 7 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, est de 11525, on concluait tout de suite que la charge d'une pièce de 14 pieds est de 5762 livres; que celle d'une pièce de 28 pieds est de 2881; que celle d'une pièce de 56 pieds est de 1440 livres, c'est-à-dire, la huitième partie de la charge de 7 pieds, parce que la pièce de 56 pieds est huit fois plus longue; cependant bien loin qu'il fût besoin d'une charge de 1440

livres pour rompre une pièce de 56 pieds, sur 5 pouces seulement d'équarrissage, j'ai de bonnes raisons pour croire qu'elle pourrait rompre par son propre poids. Mais ce n'est pas ici le lieu de rapporter les recherches que j'ai faites à ce sujet, et je passe à une autre suite d'expériences sur des pièces de 6 pouces d'équarrissage, depuis 8 pieds jusqu'à 20 pieds de longueur.

XVIII. J'ai fait rompre deux solives de 20 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage, l'une de ces solives pesait 377 livres, et l'autre 375 ; la plus pesante a rompu au bout de douze minutes sous la charge de 5025 livres, après avoir plié de 17 pouces, la seconde qui était la moins pesante, a rompu en onze minutes sous la charge de 4875 livres, après avoir plié de 14 pouces.

J'ai ensuite mis à l'épreuve deux pièces de 10 pieds de longueur sur le même équarrissage de 6 pouces, la première, qui pesait 188 livres, a supporté, pendant quarante-six minutes, une charge de 11475 livres, et n'a rompu qu'en se fendant jusqu'à l'une de ses extrémités, elle a plié de 8 pouces ; la seconde, qui pesait 186 livres, a supporté, pendant quarante-quatre minutes, une charge de 11025 livres, elle a plié de 6 pouces avant que de rompre.

XIX. Ayant mis a l'épreuve deux solives de 18 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage, la première qui pesait 334 livres, a porté, pendant seize minutes, une charge de 5625 livres, elle avait éclaté avant ce tems, mais je ne pus apercevoir de rupture dans les fibres, de sorte qu'au bout de deux heures et demie, voyant qu'elle était toujours au même point, et qu'elle ne baissait plus dans son milieu, où elle avait plié de 12 pouces 3 lignes, je voulus voir si elle pourrait se redresser, et je fis ôter peu-à-peu tous les poids

dont elle était chargée ; quand tous les poids furent enlevés, elle ne demeura courbe que de 2 pouces, et le lendemain elle s'était redressée au point qu'il n'y avait que 5 lignes de courbure dans son milieu. Je la fis recharger tout de suite, et elle rompit au bout de quinze minutes sous une charge de 5475 livres, tandis qu'elle avait supporté, le jour précédent, une charge plus forte de 250 livres pendant deux heures et demie. Cette expérience s'accorde avec les précédentes, où l'on a vu qu'une pièce qui a supporté un grand fardeau pendant quelques tems, perd de sa force même sans avertir et sans éclater. Elle prouve aussi que le bois a un ressort qui se rétablit jusqu'à un certain point, mais que ce ressort étant bandé autant qu'il peut l'être sans rompre, il ne peut pas se rétablir parfaitement. La seconde solive, qui pesait 331 livres, supporta, pendant quatorze minutes, la charge de 5500, et rompit après avoir plié de 10 pouces.

Ensuite ayant éprouvé deux solives de 9 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage ; la première, qui pesait 166 livres, supporta, pendant cinquante-six minutes, la charge de 13450 livres, et rompit après avoir plié de 5 pouces 2 lignes ; la seconde, qui pesait 164 livres et demie, supporta, pendant cinquante-une minutes, une charge de 12850 livres, et rompit après avoir plié de 5 pouces.

XX. J'ai fait rompre deux solives de 16 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage ; la première, qui pesait 294 livres, a supporté, pendant vingt-six minutes, une charge de 6250 livres, et elle a rompu après avoir plié de 8 pouces ; la seconde, qui pesait 293 livres, a supporté pendant vingt-deux minutes une charge de 6475 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 10 pouces.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de 8 pieds de longueur, sur le même équarrissage de 6 pouces; la première solive, qui pesait 149 livres, supporta pendant une heure vingt minutes une charge de 15700 livres, et rompit après avoir baissé de 3 pouces 7 lignes; la seconde solive, qui pesait 146 livres, porta, pendant deux heures cinq minutes, une charge de 15350 livres, et rompit après avoir plié dans le milieu de 4 pouces 2 lignes.

XXI. Ayant pris deux solives de 14 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage; la première, qui pesait 255 livres, a supporté, pendant 46 minutes, la charge de 7450 livres, et elle a rompu, après avoir plié dans le milieu de 10 pouces; la seconde, qui ne pesait que 254 livres, a supporté, pendant une heure quatorze minutes, la charge de 7500 livres, et n'a rompu qu'après avoir plié de 11 pouces 4 lignes.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de 7 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage; la première, qui pesait 128 livres, a supporté, pendant deux heures dix minutes, une charge de 19250 livres, et a rompu, après avoir plié dans le milieu de 2 pouces 8 lignes; la seconde, qui pesait 126 livres et demie, a supporté, pendant une heure quarante-huit minutes, une charge de 18650 livres, elle a rompu, après avoir plié de 2 pouces.

XXII. Enfin ayant mis à l'épreuve deux solives de 12 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage; la première, qui pesait 224 livres, a supporté, pendant quarante-six minutes, la charge de 9200 livres, et a rompu, après avoir plié de 7 pouces; la seconde, qui pesait 221 livres, a supporté, pendant cinquante-trois minutes, la charge de 9000 livres, et a rompu, après avoir plié de 5 pouces 10 lignes.

J'aurais bien voulu faire rompre des solives de 6 pieds de longueur, pour les comparer avec celles de 12 pieds, mais il aurait fallu un nouvel équipage, parce que celui dont je me servais était trop large, et ne pouvait passer entre les deux treteaux sur lesquels portaient les deux extrémités de la pièce.

En comparant les résultats de toutes ces expériences, on voit que la charge d'une pièce de 10 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage, est le double et beaucoup plus d'un septième de celle d'une pièce de 20 pieds; que la charge d'une pièce de 9 pieds, est le double et beaucoup plus d'un sixième de celle d'une pièce de 18 pieds; que la charge d'une pièce de 8 pieds, est le double et beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de 16 pieds; et enfin que la charge d'une pièce de 7 pieds, est le double et beaucoup plus d'un quart de celle d'une pièce de quatorze pieds, sur 6 pouces d'équarrissage; ainsi, l'augmentation de la résistance est encore beaucoup plus grande, à proportion, que dans les pièces de 5 pouces d'équarrissage. Voyons maintenant les expériences que j'ai faites sur des pièces de 7 pouces d'équarrissage.

XXIII. J'ai fait rompre deux solives de 20 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage; la première de ces deux solives, qui pesait 505 livres, a supporté, pendant trente-sept minutes, une charge de 8550 livres, et a rompu, après avoir plié de 12 pouces 7 lignes; la seconde solive, qui pesait 500 livres, a supporté, pendant vingt minutes, une charge de 8000 livres, et a rompu, après avoir plié de 12 pouces.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de 10 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage; la première, qui pesait 254 livres, a supporté, pendant deux heures six minutes, une charge de 19650 livres, et elle a rom-

pu, après avoir plié de 2 pouces 7 lignes avant que d'éclater, et baissé de 15 pouces, avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesait 252 livres, a supporté, pendant une heure quarante-neuf minutes, une charge de 19300 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 3 pouces avant que d'éclater, et de 9 pouces, avant que de rompre entièrement.

XXIV. J'ai fait rompre deux solives de 18 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage; la première, qui pesait 454 livres, a supporté, pendant une heure huit minutes, une charge de 9450 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 5 pouces 6 lignes, avant que d'éclater, et de 12 pouces, avant que de rompre; la seconde, qui pesait 450 livres, a supporté, pendant cinquante-quatre minutes, une charge de 9400 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 5 pouces 10 lignes, avant que d'éclater; et ensuite de 9 pouces 6 lignes, avant que de rompre absolument.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de 9 pieds de longueur, sur le même équarrissage de 7 pouces; la première solive, qui pesait 227 livres, a supporté, pendant deux heures, une charge de 22800 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 3 pouces une ligne, avant que d'éclater, et de 5 pouces 6 lignes, avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesait 225 livres, a supporté, pendant deux heures dix-huit minutes, une charge de 21900 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 2 pouces 11 lignes, avant que d'éclater, et de 5 pouces 2 lignes, avant que de rompre entièrement.

XXV. J'ai fait rompre deux solives de 16 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage; la première, qui pesait 406 livres, a supporté, pendant quarante-sept minutes, une charge de 11100 livres, et elle a

rompu, après avoir plié de 4 pouces 10 lignes, avant que d'éclater, et de 10 pouces avant que de rompre absolument; la seconde, qui pesait 403 livres, a supporté, pendant cinquante-cinq minutes, une charge de 10900 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 5 pouces 3 lignes, avant que d'éclater, et de 11 pouces 5 lignes, avant que de rompre entièrement.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de 8 pieds de longueur, sur le même équarrissage de 7 pouces, la première, qui pesait 204 livres, a supporté, pendant trois heures dix minutes, une charge de 26150 livres, elle a rompu, après avoir plié de 2 pouces 9 lignes, avant que d'éclater, et de 4 pouces, avant que de rompre entièrement; la seconde solive, qui pesait 201 livres et demie, a supporté, pendant trois heures quatre minutes, une charge de 25950 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 2 pouces 6 lignes, avant que d'éclater, et de 3 pouces 9 lignes, avant que de rompre entièrement.

XXVI. J'ai fait rompre deux solives de 14 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage; la première, qui pesait 351 livres, a supporté, pendant quarante-une minutes, une charge de 13600 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 4 pouces 2 lignes, avant que d'éclater, et de 7 pouces 3 lignes, avant que de rompre; la seconde solive, qui pesait aussi 351 livres, a supporté, pendant cinquante-huit minutes, une charge de 12850 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 3 pouces 9 lignes, avant que d'éclater, et de 8 pouces une ligne, avant que de rompre absolument.

Ensuite ayant fait faire deux solives de 7 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage, et ayant mis la première à l'épreuve, elle était chargée de 28 milliers, lorsque tout-à-coup la machine écroula, c'était

la boucle de fer qui avait cassé net dans ses deux branches, quoiqu'elle fût d'un bon fer quarré de 18 lignes deux troisième de grosseur, ce qui fait 348 lignes quarrées pour chacune des branches, en tout 696 lignes de fer qui ont cassé sous ce poids de 28 miliers, qui tirait perpendiculairement ; cette boucle avait environ 10 pouces de largeur, sur 13 pouces de hauteur, et elle était à très-peu près de la même grosseur partout. Je remarquai qu'elle avait cassé presque au milieu des branches perpendiculaires, et non pas des angles, ou naturellement j'aurais pensé qu'elle aurait dû rompre ; je remarquai aussi, avec quelque surprise, qu'on pouvait conclure de cette expérience qu'une ligne quarrée de fer ne devait porter que 40 livres ; ce qui me parut si contraire à la vérité, que je me déterminai à faire quelques expériences sur la force du fer, que je rapporterai dans la suite.

Je n'ai pu venir à bout de faire rompre mes solives de 7 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage. Ces expériences ont été faites à ma campagne, où il me fut impossible de trouver du fer plus gros que celui que j'avais employé, et je fus obligé de me contenter de faire faire une autre boucle, pareille à la précédente, avec laquelle j'ai fait le reste de mes expériences sur la force du bois.

XXVII. Ayant mis à l'épreuve deux solives de 11 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage ; la première, qui pesait 302 livres, a supporté, pendant une heure deux minutes, la charge de 16800 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 2 pouces 11 lignes, avant que d'éclater, et de 7 pouces 6 lignes, avant que de rompre totalement ; la seconde solive, qui pesait 301 livres, a supporté, pendant cinquante-cinq minutes, une charge de 15550 livres, et elle a rompu, après avoir plié de

3 pouces 4 lignes, avant que d'éclater, et de 7 pouces, avant que de rompre entièrement.

En comparant toutes ces expériences sur des pièces de 7 pouces d'équarrissage, je trouve que la charge d'une pièce de 10 pieds de longueur, est le double et plus d'un sixième de celle d'une pièce de 20 pieds; que la charge d'une pièce de 9 pieds, est le double et près d'un cinquième de celle d'une pièce de 18 pieds; que la charge d'une pièce de 8 pieds, est le double et beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de 16 pieds; d'où l'on voit que, non-seulement l'unité qui sert de mesure à l'augmentation de la résistance, et qui est ici le rapport entre la résistance d'une pièce de 10 pieds, et le double de la résistance d'une pièce de 20 pieds; que non-seulement, dis-je, cette unité augmente, mais même que l'augmentation de la résistance accroît toujours, à mesure que les pièces deviennent plus grosses. On doit observer ici que les différences proportionnelles des augmentations de la résistance des pièces de 7 pouces, sont moindres, en comparaison des augmentations de la résistance des pièces de 6 pouces, que celles-ci ne le sont en comparaison de celles de 5 pouces; mais cela doit être, comme on le verra par la comparaison que nous ferons des résistances avec les épaisseurs des pièces.

Venons enfin à la dernière suite de mes expériences sur des pièces de 8 pouces d'équarrissage.

XXVIII. J'ai fait rompre deux solives de 20 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage; la première, qui pesait 664 livres, a supporté, pendant quarante-sept minutes, une charge de 11775 livres, et elle a rompu, après avoir d'abord plié de 6 pouces et demi, avant que d'éclater, et de 11 pouces, avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesait 660 livres et demie, a supporté, pendant quarante-quatre

minutes, une charge de 11200 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 6 pouces juste avant que d'éclater, et de 9 pouces 3 lignes, avant que de rompre entièrement.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux pièces de 10 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage; la première, qui pesait 331 livres, a supporté, pendant trois heures vingt minutes, la charge énorme de 27800 livres, après avoir plié de 3 pouces, avant que d'éclater, et de 5 pouces 9 lignes, avant que de rompre absolument; la seconde pièce, qui pesait 330 livres, a supporté, pendant quatre heures cinq ou six minutes, la charge de 27700 livres, et elle a rompu, après avoir d'abord plié de 2 pouces 3 lignes, avant que d'éclater, et de 4 pouces 5 lignes, avant que de rompre. Ces deux pièces ont fait un bruit terrible en rompant, c'était comme autant de coups de pistolet à chaque éclat qu'elles faisaient, et ces expériences ont été les plus pénibles et les plus fortes que j'aie faites; il fallut user de mille précautions pour mettre les derniers poids, parce que je craignais que la boucle de fer ne cassa sous cette charge de 27 milliers, puisqu'il n'avait fallu que 28 milliers pour rompre une semblable boucle. J'avais mesuré la hauteur de cette boucle, avant que de faire ces deux expériences, afin de voir si le fer s'alongerait par le poids d'une charge si considérable et si approchante de celle qu'il fallait pour la faire rompre; mais, ayant mesuré une seconde fois la boucle, et cela après les expériences faites, je n'ai pas trouvé la moindre différence, la boucle avait, comme auparavant, 12 pouces et demi de longueur, et les angles étaient aussi droits qu'ils l'étaient avant l'épreuve.

Ayant mis à l'épreuve deux solives de 18 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage; la première,

qui pesait 594 livres, a supporté, pendant cinquante-quatre minutes, la charge de 13500 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 4 pouces et demi, avant que d'éclater, et de 10 pouces 2 lignes, avant que de rompre; la seconde solive, qui pesait 593 livres, a supporté, pendant quarante-huit minutes, la charge de 12900 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 4 pouces une ligne, avant que d'éclater, et de 7 pouces 9 lignes, avant que de rompre absolument.

XXIX. J'ai fait rompre deux solives de 16 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage; la première de ces solives, qui pesait 528 livres, a supporté, pendant une heure 8 minutes, la charge de 16800 livres, et elle a plié de 5 pouces 2 lignes avant que d'éclater, et de 10 pouces environ, avant que de rompre; la seconde pièce, qui ne pesait que 524 livres, a supporté, pendant cinquante-huit minutes, une charge de 15950 livres et elle a rompu, après avoir plié de 3 pouces 9 lignes, avant que d'éclater, et de 7 pouces 5 lignes, avant que de rompre totalement.

Ensuite j'ai fait rompre deux solives de 14 pieds de longueur, sur 6 d'équarrissage; la première, qui pesait 461 livres, a supporté, pendant une heure vingt-six minutes, une charge de 20050 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 10 lignes, avant que d'éclater, et de 8 pouces et demi, avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesait 459 livres, a supporté, pendant une heure et demie, la charge de 19500 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 3 pouces 2 lignes, avant que d'éclater, et de 8 pouces, avant que de rompre entièrement.

Enfin ayant mis à l'épreuve deux solives de 12 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage; la première, qui pesait 397 livres, a supporté, pendant deux heures

cinq minutes, la charge de 23900 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 5 pouces juste, avant que de rompre ; la seconde, qui pesait 395 livres et demie, a supporté, pendant deux heures quarante-neuf minutes, la charge de 25000 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 2 pouces 11 lignes, avant que d'éclater, et 6 pouces 8 lignes, avant que de rompre entièrement.

Voilà toutes les expériences que j'ai faites sur des pièces de 8 pouces d'équarrissage. J'aurais désiré pouvoir faire rompre des pièces de 9, de 8 et de 7 pieds de longueur et de cette même grosseur de 8 pouces ; mais cela me fut impossible, parce que je manquais des commodités nécessaires, et qu'il m'aurait fallu des équipages bien plus forts que ceux dont je me suis servi, et sur lesquels, comme on vient de le voir, on mettait près de 28 milliers en équilibre; car je présume qu'une pièce de 7 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage, aurait porté plus de 45 milliers. On verra dans la suite si les conjectures que j'ai faites sur la résistance du bois, pour les dimensions que je n'ai pas éprouvées, sont justes ou non.

Tous les auteurs qui ont écrit sur la résistance des solides en général, et du bois en particulier, ont donné, comme fondamentale, la règle suivante : *la résistance est en raison inverse de la longueur, en raison directe de la largeur, et en raison doublée de la hauteur.* Cette règle est celle de Galilée, adoptée par tous les mathématiciens, et elle serait vraie pour des solides qui seraient absolument inflexibles, et qui rompraient tout-à-coup ; mais dans les solides élastiques, tels que le bois, il est aisé d'apercevoir que cette règle doit être modifiée à plusieurs égards. M. Bernoulli a fort bien observé que, dans la rupture des corps élastiques, une partie des fibres s'alonge, tandis que l'autre partie se

raccourcit, pour ainsi dire, en refoulant sur elle-même. Voyez son mémoire, dans ceux de l'académie, *année* 1705. On voit, par les expériences précédentes, que dans les pièces de même grosseur, la règle de la résistance de la raison inverse de la longueur, s'observe d'autant moins que les pièces sont plus courtes. Il en est tout autrement de la règle de la résistance en raison directe de la largeur et du quarré de la hauteur, j'ai calculé la table septième à dessein de m'assurer de la variation de cette règle : on voit, dans cette table, les résultats des expériences, et audessous les produits que donne cette règle ; j'ai pris pour unités les expériences faites sur les pièces de 5 pouces d'équarrissage, parce que j'en ai fait un plus grand nombre sur cette dimension que sur les autres. On peut observer dans cette table, que plus les pièces sont courtes et plus la règle approche de la vérité et que dans les plus longues pièces, comme celles de 18 à 20 pieds, elle s'en éloigne : cependant à tout prendre, on peut se servir de la règle générale avec les modifications nécessaires pour calculer la résistance des pièces de bois plus grosses et plus longues que celles dont j'ai éprouvé la résistance; car, en jetant les yeux sur cette même table, on voit un grand accord entre la règle et les expériences pour les différentes grosseurs, et il règne un ordre assez constant dans les différences, par rapport aux longueurs et aux grosseurs, pour juger de la modification qu'on doit faire à cette règle.

TABLES DES EXPÉRIENCES

SUR LA FORCE DU BOIS.

PREMIÈRE TABLE

Pour les pièces de quatre pouces d'équarrissage.

Longueur des pièces.	POIDS des Pièces.	CHARGES.	TEMS employé à charger les pièces.		FLÈCHES de la courbure des pièces dans l'instant ou elles commencent à rompre.	
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Heur.*	*Min.*	*Pouc.*	*Lign.*
7....	60.. .	5350. . .	0.	29. .	3.	0. .
	56.. .	5275. . .	0.	22. .	4.	6. .
8....	68.. .	4600. . .	0.	15. .	3.	9. .
	63.. .	4500. . .	0.	13. .	4.	8. .
9....	77.. .	4100. . .	0.	14. .	4.	10. .
	71.. .	3950. . .	0.	12. .	5.	6. .
10....	84.. .	3625. . .	0.	15. .	5.	10. .
	82.. .	3600. . .	0.	15. .	6.	6. .
12....	100.. .	3050. . .	0.	0. .	7.	0. .
	98.. .	2925. . .	0.	0. .	7.	0. .

SECONDE TABLE

Pour les pièces de quatre pouces d'équarrissage.

Longueur des Pièces.	POIDS des Pièces.	CHARGES.	TEMS depuis le premier ÉCLAT jusqu'à l'instant de la RUPTURE.		FLÈCHES de la courbure, avant que d'éclater.	
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Heur.*	*Min.*	*Pouc.*	*Lig.*
7... .	94.. .	11775..	0.	58..	2.	6.
	88 1/2.	11275..	0.	53..	2.	6.
8... .	104.. .	9900..	0.	40..	2.	0.
	102.. .	9675..	0.	39..	2.	11.
9... .	118.. .	8400..	0.	28..	3.	0.
	116.. .	8325..	0.	28..	3.	3.
	115.. .	8200..	0.	26..	3.	6.
10... .	132.. .	7225..	0.	21..	3.	2
	130.. .	7055..	0.	20..	3.	6.
	128 1/2.	7100..	0	18..	4.	0
12... .	156.. .	6050..	0	30..	5.	6.
	154.. .	6100..	0.	0..	5.	9.
14... .	178.. .	5400..	0.	1..	8.	0.
	176.. .	5200..	0.	18..	8.	3.
16... .	209.. .	4425..	0.	17..	8.	1.
	205.. .	4275..	0.	15..	8.	2.
18... .	232.. .	3750..	0.	11..	8.	0.
	231.. .	3650..	0.	10..	8.	2.
20... .	263.. .	3275..	0.	10..	8.	10.
	259.. .	3175..	0.	8..	10.	0.
22... .	281..	2975..	0.	18..	11.	3.
24... .	310.. .	2200..	0.	16..	11.	0.
	307.. .	2125..	0.	15..	13.	6.
26... .	......	....	....		......	
28... .	364.. .	1800..	0.	17.	18........	
	360.. .	1750..	0.	17..	22........	

TROISIÈME TABLE

Pour les pièces de six pouces d'équarrissage.

Longueur des Pièces.	POIDS des Pièces.	CHARGES.	TEMS depuis le premier ECLAT, jusqu'à l'instant de la RUPTURE.		FLÈCHES de la courbure avant que d'éclater.	
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Heur.*	*Min.*	*Pouc.*	*Lig.*
7... .	128.. .	19250..	1.	49..	(1)	
	126 1/2 .	18650..	1.	38..		
8... .	149.. .	15700..	1.	12..	2.	4..
	146.. .	15350 .	1.	10..	2.	5 .
9.. .	166.. .	13450..	0.	56..	2.	6..
	164 1/2 .	12850..	0.	51..	2.	10..
10... .	188.. .	11475..	0.	46..	3.	0..
	186.. .	11025..	0.	44..	3.	6..
12... .	224.. .	9200..	0.	31..	4.	0..
	221.. .	9000 .	0.	32..	4.	1..
14... .	255 . .	7450..	0.	25..	4.	6..
	254.. .	7500..	0.	22..	4.	2..
16... .	294. .	6250..	0.	20..	5.	6 .
	293.. .	6475..	0.	19..	5.	10..
18... .	334.. .	5625..	0.	16..	7.	5..
	331.. .	5500..	0.	14..	8.	6..
20 . .	377.. .	5025..	0.	12..	9.	6..
	375.. .	4875..	0.	11.	8.	10..

(1) On n'a pas pu observer la quantité dont les pièces de sept pieds ont plié dans leur milieu, à cause de l'épaisseur de la boucle.

QUATRIÈME TABLE

Pour les pièces de sept pouces d'équarrissage.

Longueur des Pièces.	POIDS des Pièces.	CHARGES.	TEMS depuis le premier ECLAT, jusqu'à l'instant de la RUPTURE.		FLÈCHES de la courbure, avant que d'éclater.	
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Heur.*	*Min.*	*Pouc.*	*Lig.*
7... .	0.. .	0.	0.	0..	0.	0..
8... .	204.. . 201 1/2.	26150.. 25950..	2. 2.	6 . 13.	2. 2.	9.. 6..
9... .	227.. . 225.. .	22800.. 21900..	1. 1.	40.. 37..	3. 2.	1.. 11 .
10... .	254... . 252... .	19650.. 19300..	1. 1.	13.. 16..	2 3.	7.. 0..
12... .	302.. . 301.. .	16800.. 15550..	1. 1.	3.. 0..	2. 3.	11.. 4..
14... .	351.. . 351.. .	13600.. 12850..	0. 0.	55.. 48..	4. 3.	2.. 9..
16... .	406.. . 403.. .	11100.. 10900..	0. 0.	41. 36..	4. 5.	10.. 3..
18... .	454.. . 454..	9450.. 9400..	0. 0.	27.. 22..	5. 5.	6 . 10..
20... .	505.. . 500.. .	8550.. 8000..	0. 0.	15.. 13..	7. 8.	10.. 6..

CINQUIÈME TABLE

Pour les pièces de huit pouces d'équarrissage.

Longueur des Pièces.	POIDS de Pièces.	CHARGES.	TEMS depuis le premier ECLAT jusqu'à l'instant de la RUPTURE.		FLÈCHES de la courbure, avant que d'éclater.	
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Heur.*	*Min.*	*Pouc.*	*Lig.*
10... .	331.. .	27000..	2.	50..	3.	0..
	331.. .	27700..	2.	58..	2.	3..
12... .	397.. .	23900..	1.	30..	3.	0 .
	395 1/2.	23000 .	1	23..	2..	11..
14... .	461.. .	20050..	1.	6..	3.	10..
	459.. .	19500..	1.	2..	3.	2..
16... .	528.. .	16800..	0.	47..	5.	2..
	524.. .	15950..	0.	50..	3.	9..
18... .	594.. .	13500 .	0.	32..	4.	6..
	593..	12900..	0.	30..	4.	1..
20... .	664.. .	11775..	0	24..	6.	6.
	660 1/2.	12200..	0.	28..	6.	0..

SIXIÈME TABLE

Pour les charges moyennes de toutes les expériences précédentes.

Longr. des Pièces.	GROSSEURS.				
	4 pouces.	5 pouces.	6 pouces.	7 pouces.	8 pouces.
Pieds	Livres.	Livres.	Livres.	Livres.	Livres.
7. .	5312. .	11525.	18950. .		
8. .	4550. .	9787 1/2	15525. .	26050. .	
9. .	4025. .	3308 1/3	13150. .	22350. .	
10. .	3612. .	7125. .	11250. .	19475. .	27750. .
12. .	2987 1/2	6075. .	9100. .	16175. .	23450. .
14. .	....	5300. .	7475. .	13225. .	19775. .
16. .	....	4350. .	6362 1/2.	11000. .	16375. .
18. .	....	3700. .	5562 1/2.	9245. .	13200. .
20. .	....	3225. .	4950. .	8375. .	11487 1/2
22. .	....	2975. .			
24. .	....	2162 1/2.			
28. .	....	1775. .			

SEPTIÈME TABLE.

Comparaison de la résistance du bois, trouvée par les expériences précédentes, et de la résistance du bois suivant la règle que cette résistance est comme la largeur de la pièce, multipliée par le quarré de la hauteur, en supposant la même longueur.

* Les astérisques marquent que les expériences n'ont pas été faites.

Longr. des Pièces.	GROSSEURS.				
	4 pouces.	5 pouces.	6 pouces.	7 pouces.	8 pouces.
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*
7. .	5312. . 5901. .	11525. .	18950. . 19915.2/5.	*32200 . . 31624.3/5.	48100. . 47649.1/5. 47198.2/5.
8. .	4550. . 5011 1/5.	9787. .	15525. . 16912.4/5.	26050. . 26856.9/10	*39750. . 40089.3/5.
9. .	4025. . 4253.13/15	8308.1/3.	13150. . 14356.4/5.	22350. . 22798 1/5.	*32800. . 34031. .
10. .	3012. . 3648. .	7125. .	11250. . 12312. .	19475. . 19551. .	27750. . 29184. .
12. .	2987 1/2. 3110 2/5.	6075. .	9100. . 10497.3/5.	16175. . 16669.4/5.	23450. . . 24883.1/5.
14. .	. . . . .	5100. .	7475. . 8812.4/5.	13225. . 13995.1/5.	19775. . 20889.3/5
16. .	. . . . .	4350. .	6362.1/4. 9516.4/5.	11000. . 11936.2/5.	16375. . 17817.3/5.
18. .	. . . . .	3700. .	5562.1/2. 9393.2/5.	9425. . . 10152 4/5.	13200. . 15155.1/5.
20. .	. . . . .	3225. .	4950. . 5572.4/5.	8275. . 8849.2/5.	11487.1/2 13209.3/5.

Sur le moyen facile d'augmenter la solidité, la force et la durée du bois.

Il ne faut, pour cela, qu'écorcer l'arbre du haut en bas dans le tems de la sève, et le laisser sécher entièrement sur pied, avant que de l'abattre; cette préparation ne demande qu'une très-petite dépense; on va voir les précieux avantages qui en résultent.

Les choses aussi simples et aussi aisées à trouver que l'est celle-ci, n'ont ordinairement, aux yeux des physiciens, qu'un mérite bien léger; mais leur utilité suffit pour les rendre dignes d'être présentées, et peut-être que l'exactitude et les soins que j'ai joints à mes recherches, leur feront trouver grâce devant ceux même qui ont le mauvais goût de n'estimer, d'une découverte, que la peine et le tems qu'elle a coûté. J'avoue que je suis surpris de me trouver le premier à annoncer celle-ci, sur-tout depuis que j'ai lû ce que Vitruve et Évelin rapportent à cet égard. Le premier nous dit, dans son architecture, qu'avant d'abattre les arbres, il faut les cerner par le pied, jusque dans le cœur du bois, et les laisser ainsi sécher sur pied, après quoi, ils sont bien meilleurs pour le service, auquel on peut même les employer tout de suite. Le second rapporte, dans son traité des forêts, que le docteur Plot, assure, dans son histoire naturelle, qu'autour de Haffon en Angleterre, on écorce les gros arbres sur pied dans le tems de la sève, qu'on les laisse sécher jusqu'à l'hiver suivant, qu'on les coupe alors; qu'ils ne laissent pas que de vivre sans écorce, que le bois en devient bien plus dur, et qu'on se sert de l'aubier comme du cœur. Ces faits sont assez précis, et sont rapportés par des

auteurs d'un assez grand crédit, pour avoir mérité l'attention des physiciens, et même des architectes; mais il y a tout lieu de croire, qu'outre la négligence qui a pu les empêcher jusqu'ici de s'assurer de la vérité de ces faits, la crainte de contrevenir à l'ordonnance des eaux et forêts, a pu retarder leur curiosité. Il est défendu, sous peine de grosses amendes, d'écorcer aucun arbre, et de le laisser sécher sur pied; cette défense, qui d'ailleurs est fondée, a dû faire un préjugé contraire, qui sans doute aura fait regarder ce que nous venons de rapporter comme des faits faux, ou du moins hasardés; et je serais encore moi-même dans l'ignorance à cet égard, si les attentions de M. le comte de Maurepas, pour les sciences, ne m'eussent procuré la liberté de faire mes expériences, sans avoir à craindre de les payer trop cher.

Dans un bois taillis, nouvellement abattu, et où j'avais fait réserver quelques beaux arbres, le 3 de mai 1733, j'ai fait écorcer sur pied quatre chênes d'environ trente à quarante pieds de hauteur et de cinq à six pieds de pourtour, ces arbres étaient tous quatre très-vigoureux, bien en sève, et âgés d'environ soixante-dix ans; j'ai fait enlever l'écorce depuis le sommet de la tige jusqu'au pied de l'arbre avec une serpe. Cette opération est aisée, l'écorce se séparant très-facilement du corps de l'arbre dans le tems de la sève. Ces chênes étaient de l'espèce commune dans les forêts, qui porte le plus gros gland. Quand ils furent entièrement dépouillés de leur écorce, je fis abattre quatre autres chênes de la même espèce, dans le même terrain, et aussi semblables aux premiers que je pus les trouver. Mon dessein était d'en faire écorcer le même jour encore six, et en abattre six autres; mais je ne pus achever cette opération que le lendemain: de

ces six chênes écorcés, il s'en trouva deux qui étaient beaucoup moins en sève que les quatre autres. Je fis conduire sous un hangar les six arbres abattus, pour les laisser sécher dans leur écorce jusqu'au tems que j'en aurais besoin, pour les comparer avec ceux que j'avais fait dépouiller. Comme je m'imaginais que cette opération leur avait fait grand tort, et qu'elle devait produire un grand changement, j'allai, plusieurs jours de suite, visiter très-curieusement mes arbres écorcés, mais je n'aperçus aucune altération sensible pendant plus de deux mois. Enfin, le 10 de juillet, l'un de ces chênes, celui qui était le moins en sève dans le tems de l'écorcement, laissa voir les premiers symptômes de la maladie qui devait bientôt le détruire. Ses feuilles commencèrent à jaunir du côté du midi, et bientôt jaunirent entièrement, séchèrent et tombèrent, de sorte qu'au 26 août il ne lui en restait pas une. Je le fis abattre, le 30 du même mois, j'étais présent; il était devenu si dur que la cognée avait peine à entrer, et qu'elle cassa, sans que la mal-adresse du bûcheron me parût y avoir part; l'aubier semblait être plus dur que le cœur du bois, qui était encore humide et plein de sève.

Celui de mes arbres qui, dans le tems de l'écorcement, n'était pas plus en sève que le précédent, ne tarda guère à le suivre; ses feuilles commencèrent à changer de couleur au 13 de juillet, et il s'en défit entièrement avant le 10 de septembre. Comme je craignais d'avoir fait abattre trop tôt le premier, et que l'humidité que j'avais remarquée au dedans, indiquait encore quelque reste de vie, je fis réserver celui-ci, pour voir s'il pousserait des feuilles au printems suivant.

Mes quatre autres chênes résistèrent vigoureusement, ils ne quittèrent leurs feuilles que quelques jours avant le tems ordinaire; et même l'un des quatre, dont la

tête était légère et peu chargée de branches, ne les quitta qu'au tems juste de leur chûte naturelle ; mais je remarquai que les feuilles, et même quelques rejetons de tous quatre, s'étaient desséchées du côté du midi, plusieurs jours auparavant.

Au printems suivant, tous ces arbres devancèrent les autres, et n'attendirent pas le tems ordinaire du développement des feuilles pour en faire paraître ; ils se couvrirent de verdure huit à dix jours avant la saison. Je prévis tout ce que cet effort devait leur coûter ; j'observai les feuilles, leur accroissement fut assez prompt, mais bientôt arrêté faute de nourriture suffisante ; cependant elles véeurent, mais celui de mes arbres qui, l'année précédente, s'était dépouillé le premier, sentit aussi le premier tout l'effet de l'état d'inanition et de sécheresse où il était réduit ; ses feuilles se fanèrent bientôt et tombèrent pendant les chaleurs de juillet 1734. Je le fis abattre le 30 août, c'est-à-dire, une année après celui qui l'avait précédé ; je jugeai qu'il était au moins aussi dur que l'autre, et beaucoup plus dur dans le cœur du bois qui était à peine encore un peu humide : je le fis conduire sous un hangar, où l'autre était déjà avec les six arbres dans leur écorce, auxquels je voulais les comparer.

Trois des quatre arbres qui me restaient, quittèrent leurs feuilles au commencement de septembre ; mais le chêne à tête légère les conserva plus long-tems, et il ne s'en défit entièrement qu'au 22 du même mois. Je le fis réserver pour l'année suivante, avec celui des trois autres qui me parut le moins malade, et je fis abattre les deux plus faibles en octobre 1734. Je laissai deux de ces arbres exposés à l'air et aux injures du tems, et je fis conduire l'autre sous le hangar ; ils furent trouvés très-durs à la cognée, et e cœur du bois était presque sec.

Au printems 1735, le plus vigoureux de mes deux arbres réservés donna encore quelques signes de vie, les boutons se gonflèrent, mais les feuilles ne purent se développer. L'autre me parut tout-à-fait mort; en effet, l'ayant fait abattre au mois de mai, je reconnus qu'il n'avait plus d'humide radical, et je le trouvai d'une très-grande dureté, tant en dehors qu'en dedans. Je fis abattre le dernier quelque tems après, et je les fis conduire tous deux au hangar, pour être mis avec les autres à un nouveau genre d'épreuve.

Pour mieux comparer la force du bois des arbres écorcés avec celle du bois ordinaire, j'eus soin de mettre ensemble chacun des six chênes que j'avais fait amener en grume, avec un chêne écorcé, de même grosseur à-peu-près; car j'avais déjà reconnu, par expérience, que le bois, dans un arbre d'une certaine grosseur, était plus pesant et plus fort que le bois d'un arbre plus petit, quoique de même âge. Je fis scier tous mes arbres par pièces de quatorze pieds de longueur; j'en marquai les centres audessus et audessous; je fis tracer aux deux bouts de chaque pièce un quarré de 6 pouces et demi, et je fis scier et enlever les quatre faces, de sorte qu'il ne me resta de chacune de ces pièces qu'une solive de 14 pieds de longueur sur 6 pouces très-juste d'équarrissage. Je les fis travailler à la varlope, et réduire avec beaucoup de précaution à cette mesure dans toute leur longueur, et j'en fis rompre quatre de chaque espèce, afin de reconnaître leur force, et d'être bien assuré de la grande différence que j'y trouvai d'abord.

La solive tirée du corps de l'arbre, qui avait péri le premier après l'écorcement, pesait 242 livres; elle se trouva la moins forte de toutes, et rompit sous 7940 livres.

Celle de l'arbre en écorce, que je lui comparai, pesait 234 livres; elle rompit sous 7320 livres.

La solive du second arbre écorcé, pesait 249 livres; elle plia plus que la première, et rompit sous la charge de 8362 livres.

Celle de l'arbre en écorce, que je lui comparai, pesait 236 livres; elle rompit sous la charge de 7385 liv.

La solive de l'arbre écorcé et laissé aux injures du tems, pesait 258 livres; elle plia encore plus que la seconde, et ne rompit que sous 8926 livres.

Celle de l'arbre en écorce, que je lui comparai, pesait 259 livres, et rompit sous 7420 livres.

Enfin la solive de mon arbre à tête légère, que j'avais toujours jugé le meilleur, se trouva en effet peser 263 livres, et porta avant que de rompre, 9046 livres.

L'arbre que je lui comparai, pesait 238 livres, et rompit sous 7300 livres.

Les deux autres arbres écorcés se trouvèrent défectueux dans leur milieu, où il se trouva quelques nœuds, de sorte que je ne voulus pas les faire rompre: mais les épreuves, ci-dessus, suffisent pour faire voir que le bois écorcé et séché sur pied est toujours plus pesant, et considérablement plus fort que le bois gardé dans son écorce. Ce que je vais rapporter ne laissera aucun doute sur ce fait.

Du haut de la tige de mon arbre écorcé et laissé aux injures de l'air, j'ai fait tirer une solive de 6 pieds de longueur et de 5 pouces d'équarrissage; il se trouva qu'à l'une des faces, il y avait un petit abreuvoir, mais qui ne pénétrait guère que d'un demi-pouce, et à la face opposée, une tache large d'un pouce, d'un bois plus brun que le reste. Comme ces défauts ne me parurent pas considérables, je la fis peser et charger, elle pesait 75 livres; on la chargea, en une heure cinq minu-

tes, de 8500 livres, après quoi elle craqua assez violemment; je crus qu'elle allait casser quelques tems après avoir craqué, comme cela arrivait toujours; mais, ayant eu la patience d'attendre trois heures, et voyant qu'elle ne baissait ni ne pliait, je continuai à la faire charger, et au bout d'une autre heure, elle rompit enfin, après avoir craqué, pendant une demi-heure, sous la charge de 12743 livres. Je n'ai rapporté le détail de cette épreuve, que pour faire voir que cette solive aurait porté davantage, sans les petits défauts qu'elle avait à deux de ses faces.

Une solive toute pareille, tirée d'un pied d'un des arbres en écorce, ne se trouva peser que 72 livres; elle était très-saine et sans aucun défaut, on la chargea en une heure trente-huit minutes, après quoi elle craqua très-légèrement, et continua de craquer de quart-d'heure en quart-d'heure, pendant trois heures entières, et rompit au bout de ce tems, sous la charge de 11889 livres.

Cette expérience est très-avantageuse au bois écorcé, car elle prouve que le bois de dessus de la tige d'un arbre écorcé, même avec des défauts assez considérables, s'est trouvé plus pesant et plus fort que le bois tiré du pied d'un autre arbre non écorcé, qui d'ailleurs n'avait aucun défaut; mais ce qui suit est encore plus favorable. De l'aubier d'un de mes arbres écorcés, j'ai fait tirer plusieurs barreaux de 3 pieds de longueur, sur un pouce d'équarrissage, entre lesquels j'en ai choisi cinq des plus parfaits pour les rompre; le premier pesait 23 onces cinq trente-deuxième, et rompit sous 287 livres, le second pesait 23 onces six trente-deuxième, et rompit sous 291 livres et demie; le troisième pesait 23 onces quatre-trente-deuxième, et rompit sous 275 livres; le quatrième pesait 23 onces vingt-huit trente-deuxième, et rompit

sous 291 livres, et le cinquième pesait 23 onces quatorze trente-deuxième, et rompit sous 291 livres et demie. Le poids moyen est à-peu-près 23 onces onze trente-deuxième, et la charge moyenne à-peu-près 287 livres. Ayant fait les mêmes épreuves sur plusieurs barreaux d'aubier d'un chêne en écorce, le poids moyen se trouva de 23 onces deux trente-deuxième, et la charge moyenne de 248 livres; et ensuite ayant fait aussi la même chose sur plusieurs barreaux de cœur du même chêne en écorce, le poids moyen s'est trouvé de 25 onces dix trente-deuxième, et la charge moyenne de 256 livres.

Ceci prouve que l'aubier du bois écorcé, est non-seulement plus fort que l'aubier ordinaire, mais même beaucoup plus que le cœur du chêne non écorcé, quoiqu'il soit moins pesant que ce dernier.

Pour en être plus sûr encore, j'ai fait tirer de l'aubier d'un autre de mes arbres écorcés plusieurs petites solives de 2 pieds de longueur, sur un pouce et demi d'équarrissage, entre lesquels je ne pus en trouver que trois d'assez parfaites pour les soumettre à l'épreuve. La première rompit sous 1294 livres, la seconde sous 1219 livres; la troisième sous 1247 livres, c'est-à-dire, au pied moyen sous 1253 livres: mais de plusieurs solives semblables que je tirai de l'aubier d'un autre arbre en écorce, le pied moyen de la charge ne se trouva que de 997 livres, ce qui fait une différence encore plus grande que dans l'expérience précédente.

De l'aubier d'un autre arbre écorcé et séché sur pied, j'ai fait encore tirer plusieurs barreaux de 2 pieds de longueur, sur 1 pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai choisi six, qui, au pied moyen, ont rompu sous la charge de 501 livres; et il n'a fallu que 353 livres au pied moyen pour rompre plusieurs solives

d'aubier d'un arbre en écorce qui portait la même longueur et le même équarrissage ; et même il n'a fallu que 379 livres au pied moyen, pour rompre plusieurs solives de cœur de chêne en écorce.

Enfin de l'aubier d'un de mes arbres écorcés, j'ai fait tirer plusieurs barreaux d'un pied de longueur, sur un pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai trouvé dix-sept assez parfaits pour être mis à l'épreuve ; ils pesaient 7 onces vingt-neuf trente-troisième au pied moyen, et il a fallu pour les rompre la charge de 798 livres ; mais le poids moyen de plusieurs barreaux d'aubier, d'un de mes arbres en écorce, n'était que de 6 onces vingt-huit trente-deuxième, et la charge moyenne qu'il a fallu pour les rompre de 629 livres ; et la charge moyenne pour rompre de semblables barreaux de cœur de chêne en écorce, par huit différentes épreuves, s'est trouvée de 731 livres. L'aubier des arbres écorcés et séchés sur pied, est donc considérablement plus pesant que l'aubier des bois ordinaires, et beaucoup plus fort que le cœur même du meilleur bois. Je ne dois pas oublier de dire que j'ai remarqué en faisant toutes ces épreuves, que la partie extérieure de l'aubier était celle qui resistait davantage ; en sorte qu'il fallait constamment une plus grande charge pour rompre un barreau d'aubier pris à la dernière circonférence de l'arbre écorcé, que pour rompre un pareil barreau pris au dedans. Cela est tout-à-fait contraire à ce qui arrive dans les arbres traités à l'ordinaire, dont le bois est plus léger et plus faible à mesure qu'il est le plus près de la circonférence. J'ai déterminé la proportion de cette diminution, en pesant à la balance hydrostatique des morceaux du centre des arbres, des morceaux de la circonférence du bois parfait, et des morceaux d'aubier ; mais ce n'est pas ici le lieu d'en rapporter le dé-

tail, je me contenterai de dire que, dans les arbres écorcés, la diminution de solidité du centre de l'arbre à la circonférence, n'est pas à beaucoup près aussi sensible, et qu'elle ne l'est même point du tout dans l'aubier.

Les expériences, que nous venons de rapporter, sont trop multipliées pour qu'on puisse douter du fait qu'elles concourent à établir ; il est donc très-certain que le bois des arbres écorcés et séchés sur pied est plus dur, plus solide, plus pesant, et plus fort que le bois des arbres abattus dans leur écorce ; et delà je pense qu'on peut conclure qu'il est aussi plus durable. Des expériences immédiates sur la durée du bois seraient encore plus concluantes ; mais notre propre durée est si courte, qu'il ne serait pas raisonnable de les tenter ; il en est ici comme de l'âge des souches, et en général comme d'un très-grand nombre de vérités importantes que la brièveté de notre vie semble nous dérober à jamais : il faudrait laisser à la postérité des expériences commencées ; il faudrait la mieux traiter que l'on ne nous a traité nous-mêmes ; car le peu de traditions physiques que nous ont laissé nos ancêtres, devient inutile par le défaut d'exactitude, ou par le peu d'intelligence des auteurs, et plus encore par les faits hasardés ou faux qu'ils n'ont pas eu honte de nous transmettre.

La cause physique de cette augmentation de solidité et de force dans le bois écorcé sur pied, se présente d'elle-même, il suffit de savoir que les arbres augmentent en grosseur par des couches additionnelles de nouveau bois qui se forment à toutes les sèves entre l'écorce et le bois ancien ; nos arbres écorcés ne forment point de ces nouvelles couches, et quoiqu'ils vivent après l'écorcement, ils ne peuvent grossir. La substance destinée à former le nouveau bois se trouve donc arrêtée et

contrainte de se fixer dans tous les vuides de l'aubier et du cœur même de l'arbre, ce qui en augmente nécessairement la solidité, et doit par conséquent augmenter la force du bois; car j'ai trouvé, par plusieurs épreuves, que le bois le plus pesant est aussi le plus fort.

Je ne crois pas que l'explication de cet effet ait besoin d'être plus détaillée; mais à cause de quelques circonstances particulières qui restent à faire entendre, je vais donner le résultat de quelques autres expériences qui ont rapport à cette matière.

Le 18 décembre, j'ai fait enlever des ceintures d'écorce de trois pouces de largeur à trois pieds au dessus de terre, à plusieurs chênes de différens âges, en sorte que l'aubier paraissait à nud et entièrement découvert; j'interceptais par ce moyen le cours de la sève qui devait passer par l'écorce et entre l'écorce et le bois; cependant au printems suivant ces arbres poussèrent des feuilles comme les autres, et ils leur ressemblaient en tout, je n'y trouvai même rien de remarquable qu'au 22 de mai; j'aperçus alors des petits bourrelets d'environ une ligne de hauteur audessus de la ceinture, qui sortaient d'entre l'écorce et l'aubier tout autour de ces arbres; audessous de cette ceinture, il ne paraissait et il ne parut jamais rien. Pendant l'été, ces bourrelets augmentèrent d'un pouce en descendant et en s'appliquant sur l'aubier; les jeunes arbres formèrent des bourrelets plus étendus que les vieux, et tous conservèrent leurs feuilles, qui ne tombèrent que dans le tems ordinaire de leur chûte. Au printems suivant, elles reparurent un peu avant celles des autres arbres, je crus remarquer que les bourrelets se gonflèrent un peu, mais ils ne s'étendirent plus; les feuilles résistèrent aux ardeurs de l'été, et ne tombèrent que quelques jours avant les autres. Au troisième prin-

tems, mes arbres se parèrent encore de verdure et devancèrent les autres; mais les plus jeunes, ou plutôt les plus petits, ne la conservèrent pas long-tems, les sécheresses de juillet les dépouillèrent; les plus gros arbres ne perdirent leurs feuilles qu'en automne, et j'en ai eu deux qui en avaient encore après le quatrième printems; mais tous ont péri à la troisième ou dans cette quatrième année depuis l'enlèvement de leur écorce. J'ai essayé la force du bois de ces arbres, elle m'a paru plus grande que celle des bois abattus à l'ordinaire; mais la différence qui, dans les bois entièrement écorcés est de plus d'un quart, n'est pas à beaucoup près aussi considérable ici, et même n'est pas assez sensible pour que je rapporte les épreuves que j'ai faites à ce sujet. Et en effet ces arbres n'avaient pas laissé que de grossir au dessus de la ceinture; ces bourrelets n'étaient qu'une expansion du *liber* qui s'était formé entre le bois et l'écorce; ainsi, la sève qui, dans les arbres entièrement écorcés, se trouvait contrainte de se fixer dans les pores du bois et d'en augmenter la solidité, suivit ici sa route ordinaire, et ne déposa qu'une petite partie de sa substance dans l'intérieur de l'arbre; le reste fut employé à la formation de ce bois imparfait, dont les bourrelets faisaient l'appendice et la nourriture de l'écorce, qui vécut aussi long-tems que l'arbre même; audessous de la ceinture, l'écorce vécut aussi, mais il ne se forma ni bourrelets ni nouveau bois, l'action des feuilles et des parties supérieures de l'arbre pompait trop puissamment la sève pour qu'elle pût se porter vers l'écorce de la partie inférieure: et j'imagine que cette écorce du pied de l'arbre a plutôt tiré sa nourriture de l'humidité de l'air que de celle de la sève que les vaisseaux latéraux de l'aubier pouvaient lui fournir.

J'ai fait les mêmes épreuves sur plusieurs espèces

d'arbres fruitiers ; c'est un moyen sûr de hâter leur production ; ils fleurissent quelquefois trois semaines avant les autres, et donnent des fruits hâtifs et assez bons la première année. J'ai même eu des fruits sur un poirier dont j'avais enlevé, non-seulement l'écorce, mais même tout l'aubier, et ces fruits prématurés étaient aussi bons que les autres. J'ai aussi fait écorcer du haut en bas de gros pommiers et des pruniers vigoureux, cette opération a fait mourir, dès la première année, les plus petits de ces arbres, mais les gros ont quelquefois résisté pendant deux ou trois ans ; ils se couvraient avant la saison d'une prodigieuse quantité de fleurs, mais le fruit, qui leur succédait, ne venait jamais en maturité, jamais même à une grosseur considérable. J'ai aussi essayé de rétablir l'écorce des arbres qui ne leur est que trop souvent enlevée par différens accidens, et je n'ai pas travaillé sans succès; mais cette matière est toute différente de celle que nous traitons ici, et demande un détail particulier. Je me suis servi des idées que ces expériences m'ont fait naître, pour mettre à fruit des arbres gourmands et qui poussaient trop vigoureusement en bois. J'ai fait le premier essai sur un coignassier, le 3 avril, j'ai enlevé en spirale l'écorce de deux branches de cet arbre; ces deux seules branches donnèrent des fruits, le reste de l'arbre poussa trop vigourement et demeura stérile : au lieu d'enlever l'écorce, j'ai quelquefois serré la branche ou le tronc de l'arbre avec une petite corde ou de la filasse; l'effet était le même, et j'avais le plaisir de recueillir des fruits sur ces arbres stériles depuis long-tems. L'arbre en grossissant ne rompt pas le lien qui le serre, il se forme seulement deux bourrelets, le plus gros audessus et le moindre audessous de la petite corde, et souvent, dès la première ou la seconde année, elle se trouve recouverte et incorporée à la substance même de l'arbre.

De quelque façon qu'on intercepte donc la sève, on est sûr de hâter les productions des arbres, surtout l'épanouissement des fleurs et la production des fruits. Je ne donnerai pas l'explication de ce fait, on la trouvera dans la Statique des végétaux : cette interception de la sève durcit aussi le bois, de quelque façon qu'on la fasse; et plus elle est grande, plus le bois devient dur. Dans les arbres entièrement écorcés, l'aubier ne devient si dur que parce qu'étant plus poreux que le bois parfait, il tire la sève avec plus de force et en plus grande quantité; l'aubier extérieur la pompe plus puissamment que l'aubier intérieur : tout le corps de l'arbre tire jusqu'à ce que les tuyaux capillaires se trouvent remplis et obstrués ; il faut une plus grande quantité de parties fixes de la sève pour remplir la capacité des larges pores de l'aubier, que pour achever d'occuper les petits interstices du bois parfait, mais tout se remplit à-peu-près également ; et c'est ce qui fait que dans ces arbres la diminution de la pesanteur et de la force du bois, depuis le centre à la circonférence, est bien moins considérable que dans les arbres revêtus de leur écorce ; et ceci prouve en même-tems que l'aubier de ces arbres écorcés, ne doit plus être regardé comme un bois imparfait, puisqu'il a acquis en une année ou deux, par l'écorcement, la solidité et la force qu'autrement il n'aurait acquise qu'en douze ou quinze ans; car il faut à-peu-près ce tems dans les meilleurs terrains, pour transformer l'aubier en bois parfait : on ne sera donc pas contraint de retrancher l'aubier, comme on l'a toujours fait jusqu'ici, et de le rejeter : on emploiera les arbres dans toute leur grosseur, ce qui fait une différence prodigieuse, puisque l'on aura souvent quatre solives dans un pied d'arbre, duquel on n'aurait pu en tirer que deux : un arbre de quarante ans

pourra servir à tous les usages auxquels on emploie un arbre de soixante ans; en un mot, cette pratique aisée donne le double avantage d'augmenter non-seulement la force et la solidité, mais encore le volume du bois.

Mais, dira-t-on, pourquoi l'ordonnance a-t-elle défendu l'écorcement avec tant de sévérité? n'y aurait-il pas quelqu'inconvénient à le permettre, et cette opération ne fait-elle pas périr les souches? il est vra qu'elle leur fait tort; mais ce tort est bien moindre qu'on ne l'imagine, et d'ailleurs il n'est que pour les jeunes souches, et n'est sensible que dans les taillis. Les vues de l'ordonnance sont justes à cet égard, et sa sévérité est sage; les marchands de bois font écorcer les jeunes chênes dans les taillis, pour vendre l'écorce qui s'emploie à tanner les cuirs; c'est là le seul motif de l'écorcement. Comme il est plus aisé d'enlever l'écorce lorsque l'arbre est sur pied qu'après qu'il est abattu, et que de cette façon un plus petit nombre d'ouvriers peut faire la même quantité d'écorce, l'usage d'écorcer sur pied se serait rétabli souvent sans la rigueur des lois: or, pour un très-léger avantage, pour une façon un peu moins chère d'enlever l'écorce, on faisait un tort considérable aux souches. Dans un canton que j'ai fait écorcer et sécher sur pied, j'en ai compté plusieurs qui ne repoussaient plus, quantité d'autres qui poussaient plus faiblement que les souches ordinaires, leur langueur a même été durable; car, après trois ou quatre ans, j'ai vu leur rejetons ne pas égaler la moitié de la hauteur des rejetons ordinaires de même âge. La défense d'écorcer sur pied est donc fondée en raison, il conviendrait seulement de faire quelques exceptions à cette règle trop générale. Il en est tout autrement des futaies que des taillis, il faudrait permettre d'écorcer les baliveaux et tous les arbres de

service; car on sait que les futaies abattues ne repoussent presque rien : que plus un arbre est vieux, lorsqu'on l'abat, moins sa souche épuisée peut produire; ainsi, soit qu'on écorce ou non, les souches des arbres de service produiront peu lorsqu'on aura attendu le tems de la vieillesse de ces arbres pour les abattre. A l'égard des arbres de moyen âge, qui laissent ordinairement à leur souche la force de reproduire, l'écorcement ne la détruit pas; car, ayant observé les souches de mes six arbres écorcés et séchés sur pied j'ai eu le plaisir d'en voir quatre couverts d'un assez grand nombre de rejetons, les deux autres n'ont poussé que très-faiblement, et ces deux souches sont précisément celles des deux arbres qui, dans le tems de l'écorcement, étaient moins en sève que les autres. Trois ans après l'écorcement, tous ces rejetons avaient trois à quatre pieds de hauteur; et je ne doute pas qu'ils ne se fussent élevés bien plus haut si le taillis qui les environne et qui les a devancés, ne les privait pas des influences de l'air libre si nécessaire à l'accroissement de toutes les plantes.

Ainsi, l'écorcement ne fait pas autant de mal aux souches qu'on pourrait le croire, cette crainte ne doit donc pas empêcher l'établissement de cet usage facile et très-avantageux ; mais il faut le restreindre aux arbres destinés pour le service, et il faut choisir le tems de la plus grande sève pour faire cette opération ; car alors les canaux sont plus ouverts, la force de succion est plus grande, les liqueurs coulent plus aisément, passant plus librement et par conséquent les tuyaux capillaires conservent plus long-tems leur puissance d'attraction, et tous les canaux ne se ferment que long-tems après l'écorcement; au lieu que, dans les arbres écorcés avant la sève le chemin des liqueurs ne se trouve pas frayé, et la route la plus commode se trouvant rom-

pue avant que d'avoir servi, la sève ne peut se faire passage aussi facilement, la plus grande partie des canaux ne s'ouvre pas pour la recevoir, son action pour y pénétrer est impuissante, et ces tuyaux sevrés de nourriture sont obstrués faute de tension : les autres ne s'ouvrent jamais autant qu'ils l'auraient fait dans l'état naturel de l'arbre, et à l'arrivée de la sève, ils ne présentent que de petits orifices, qui, à la vérité, doivent pomper avec beaucoup de force, mais qui doivent toujours être plus tôt remplis et obstrués que les tuyaux ouverts et distendus des arbres que la sève a humectés et préparés avant l'écorcement; c'est ce qui a fait que dans nos expériences, les deux arbres qui n'étaient pas aussi en sève que les autres ont péri les premiers, et que leurs souches n'ont pas eu la force de reproduire; il faut donc attendre le tems de la plus grande sève pour écorcer; on gagnera encore à cette attention une facilité très-grande de faire cette opération, qui, dans un autre tems, ne laisserait pas d'être assez longue, et qui, dans cette saison de la sève, devient un très-petit ouvrage, puisqu'un seul homme monté au dessus d'un grand arbre, peut l'écorcer du haut en bas en moins de deux heures.

Je n'ai pas eu occasion de faire les mêmes épreuves sur d'autres bois que le chêne; mais je ne doute pas que l'écorcement et le desséchement sur pied, ne rende tous les bois, de quelque espèce qu'ils soient, plus compactes et plus fermes : de sorte que je pense qu'on ne peut trop étendre et trop recommander cette pratique.

Sur le desséchement du bois à l'air, et sur son imbibition dans l'eau.

Il résulte de diverses expériences que j'ai faites :

1°. Que le bois de chêne perd environ un tiers de son poids par le desséchement, et que les bois moins solides que le chêne perdent plus d'un tiers de leur poids :

2°. Qu'il faut sept ans au moins pour dessécher des solives de 8 à 9 pouces de grosseur, et que par conséquent il faudrait beaucoup plus du double de tems, c'est-à-dire, plus de quinze ans pour dessécher une poutre de 16 à 18 pouces d'équarrissage :

3°. Que le bois abattu et gardé dans son écorce se dessèche si lentement, que le tems qu'on le garde dans son écorce est en pure perte pour le desséchement, et que par conséquent il faut équarrir les bois peu de tems après qu'ils auront été abattus :

4°. Que quand le bois est parvenu aux deux tiers de son desséchement, il commence à repomper l'humidité de l'air, et qu'il faut par conséquent conserver, dans des lieux fermés, les bois secs qu'on veut employer à la menuiserie :

5°. Que le desséchement du bois ne diminue pas sensiblement son volume, et que la quantité de la sève est le tiers de celle des parties solides de l'arbre :

6°. Que le bois de chêne abattu en pleine sève, s'il est sans aubier, n'est pas plus sujet aux vers que le bois de chêne abattu dans toute autre saison :

7°. Que le desséchement du bois, est d'abord en raison plus grande que celle des surfaces, et ensuite en moindre raison : que le desséchement total d'un morceau de bois de volume égal, et de surface double d'un

autre, se fait en deux ou trois fois moins de tems : que le desséchement total du bois à volume égal et surface triple, se fait en cinq ou six fois environ moins de tems.

8°. Que l'augmentation de pesanteur que le bois sec acquiert en repompant l'humidité de l'air, est proportionnelle à la surface.

9°. Que le desséchement total des bois, est proportionnel à leur légèreté, en sorte que l'aubier se dessèche plus que le cœur de chêne, dans la raison de sa densité relative, qui est à-peu-près de un quinzième moindre que celle du cœur :

10°. Que quand le bois est entièrement desséché à l'ombre, la quantité dont on peut encore le dessécher en l'exposant au soleil, et ensuite dans un four échauffé à 47 degrès, ne sera guère que d'une dix-septième ou dix-huitième partie du poids total du bois, et que par conséquent ce desséchement artificiel est coûteux et inutile :

11°. Que les bois secs et légers, lorsqu'ils sont plongés dans l'eau, s'en remplissent en très-peu de tems; qu'il ne faut, par exemple, qu'un jour à un petit morceau d'aubier pour se remplir d'eau, au lieu qu'il faut vingt jours à un pareil morceau de cœur de chêne :

12°. Que le bois de cœur de chêne, n'augmente que d'une douzième partie de son poids total, lorsqu'on l'a plongé dans l'eau au moment qu'on vient de le couper, et qu'il faut même un très-long tems pour qu'il augmente de cette douzième partie en pesanteur :

13°. Que le bois plongé dans l'eau douce, la tire plus promptement et plus abondamment que le bois plongé dans l'eau salée, ne tire l'eau salée :

14°. Que le bois plongé dans l'eau s'imbibe bien plus promptement qu'il ne se dessèche à l'air, puisqu'il n'a fallu que douze jours aux morceaux des deux premières

expériences pour reprendre dans l'eau la moitié de toute l'humidité qu'ils avaient perdue par le desséchement en sept ans ; et qu'en vingt-deux mois ils se sont chargés d'autant d'humidité qu'ils en avaient jamais eu; en sorte qu'au bout de ces vingt-deux mois de séjour dans l'eau ils pesaient autant que quand on les avait coupé douze ans auparavant :

15°. Enfin que, quand les bois sont entièrement remplis d'eau, ils éprouvent au fond de l'eau des variations relatives à celles de l'atmosphère, et qui se reconnaissent à la variation de leur pesanteur ; et quoiqu'on ne sache pas bien à quoi correspondent ces variations, on voit cependant en général que le bois plongé dans l'eau, est plus humide lorsque l'air est humide, et moins humide lorsque l'air est sec, puisqu'il pèse constamment plus dans les tems de pluie que dans les beaux tems.

MÉMOIRE

Sur la conservation et le rétablissement des forêts.

Le bois, qui était autrefois très-commun en France, maintenant suffit à peine aux usages indispensables, et nous sommes menacés pour l'avenir d'en manquer absolument; ce serait une vraie perte pour l'État d'être obligé d'avoir recours à ses voisins, et de tirer de chez eux, à grands frais, ce que nos soins et quelque légère économie peuvent nous procurer. Mais il faut s'y prendre à tems, il faut commencer dès aujourd'hui; car si notre indolence dure, si l'envie pressante que nous avons de jouir continue à augmenter notre indifférence pour la postérité; enfin si la police des bois n'est pas réformée, il est à craindre que les forêts, cette partie la plus noble du domaine de nos rois, ne deviennent des terres incultes, et que le bois de service, dans lequel consiste une partie des forces maritimes de l'État, ne se trouve consommé et détruit sans espérance prochaine de renouvellement.

Ceux qui sont préposés à la conservation des bois, se plaignent eux-mêmes de leur dépérissement; mais ce n'est pas assez de se plaindre d'un mal qu'on ressent déjà, et qui ne peut qu'augmenter avec le tems; il en faut chercher le remède, et tout bon citoyen doit donner au public les expériences et les réflexions qu'il peut avoir faites à cet égard. Tel a toujours été le principal objet de l'académie, l'utilité publique est le but de ses tra-

vaux. Ces raisons ont engagé feu M. de Réaumur à nous donner, en 1721, de bonnes remarques sur l'état des bois du royaume. Il pose des faits incontestables, il offre des vues saines, et il indique des expériences qui feront honneur à ceux qui les exécuteront. Engagé par les mêmes motifs, et me trouvant à portée des bois, je les ai observés avec une attention particulière; et enfin animé par les ordres de M. le comte de Maurepas, j'ai fait plusieurs expériences sur ce sujet. Des vues d'utilité particulière, autant que de curiosité de physicien, m'ont porté à faire exploiter mes bois taillis sous mes yeux; j'ai fait des pépinières d'arbres forestiers, j'ai semé et planté plusieurs cantons de bois, et ayant fait toutes ces épreuves en grand, je suis en état de rendre compte du peu de succès de plusieurs pratiques qui réussissaient en petit, et que les auteurs d'agriculture avaient recommandées. Il en est ici comme de tous les autres arts, le modèle qui réussit le mieux en petit, souvent ne peut s'exécuter en grand.

Tous nos projets sur les bois doivent se réduire à tâcher de conserver ceux qui nous restent, et à renouveler une partie de ceux que nous avons détruits. Commençons par examiner les moyens de conservation, après quoi nous viendrons à ceux de renouvellement.

Les bois de service du royaume consistent dans les forêts qui appartiennent à Sa Majesté, dans les réserves des ecclésiastiques et des gens de main-morte, et enfin dans les baliveaux que l'ordonnance oblige de laisser dans tous les bois.

On sait, par une expérience déjà trop longue, que le bois des baliveaux n'est pas de bonne qualité, et que d'ailleurs ces baliveaux font tort aux taillis. J'ai observé fort souvent les effets de la gelée du printems dans deux cantons de bois taillis voisins l'un de l'autre. On

avait conservé dans l'un tous les baliveaux de quatre coupes successives, dans l'autre, on n'avait conservé que les baliveaux de la dernière coupe; j'ai reconnu que la gelée avait fait un si grand tort au taillis surchargé de baliveaux, que l'autre taillis l'a devancé de cinq ans sur douze. L'exposition était la même; j'ai sondé le terrain en différens endroits, il était semblable. Ainsi, je ne puis attribuer cette différence qu'à l'ombre et à l'humidité que les baliveaux jetaient sur le taillis, et à l'obstacle qu'ils formaient au desséchement de cette humidité, en interrompant l'action du vent et du soleil.

Les arbres qui poussent vigoureusement en bois, produisent rarement beaucoup de fruit; les baliveaux se chargent d'une grande quantité de glands, et annoncent par-là leur faiblesse. On imaginerait que ce gland devrait repeupler et garnir les bois, mais cela se réduit à bien peu de chose, car de plusieurs millions de ces graines qui tombent au pied des arbres, à peine en voit-on lever quelques centaines, et ce petit nombre est bientôt étouffé par l'ombre continuelle et le manque d'air, ou supprimé par le *dégouttement* de l'arbre, et par la gelée qui est toujours plus vive près de la surface de la terre, ou enfin détruit par les obstacles que ces jeunes plantes trouvent dans un terrain traversé d'une infinité de racines et d'herbes de toute espèce : on en voit à la vérité quelques arbres de brin dans les taillis; ces arbres viennent de graines, car le chêne ne se multiplie pas par rejetons au loin, et ne pousse pas de la racine; mais ces arbres de brins sont ordinairement dans les endroits clairs des bois, loin des gros baliveaux, et sont dus aux mulots ou aux oiseaux, qui, en transportant les glands, en sement une grande quantité. J'ai su mettre à profit ces graines que les oiseaux laissent tomber. J'avais observé dans un champ, qui, depuis

trois ou quatre ans, était demeuré sans culture, qu'autour de quelques petits buissons qui s'y trouvaient fort loin les uns des autres, plusieurs petits chênes avaient paru tout d'un coup, je reconnus bientôt par mes yeux, que cette plantation appartenait à des geais, qui, en sortant des bois, venaient d'habitude se placer sur ces buissons pour manger leur gland, et en laissaient tomber la plus grande partie, qu'ils ne se donnaient jamais la peine de ramasser. Dans un terrain que j'ai planté dans la suite, j'ai eu soin d'y mettre de petits buissons, les oiseaux s'en sont emparés, et ont garni les environs d'une grande quantité de jeunes chênes.

Il faut qu'il y ait déjà du tems qu'on ait commencé à s'apercevoir du dépérissement des bois, puisqu'autrefois nos rois ont donné des ordres pour leur conservation. La plus utile de ces ordonnances est celle qui établit dans les bois des ecclésiastiques et gens de mainmorte la réserve du quart pour croître en futaie; elle est ancienne, et a été donnée pour la première fois en 1573, confirmée en 1597, et cependant demeurée sans exécution jusqu'à l'année 1669. Nous devons souhaiter qu'on ne se relâche point à cet égard; ces réserves sont un fonds, un bien réel pour l'État, un bien de bonne nature, car elles ne sont pas sujettes aux défauts des baliveaux; rien n'a été mieux imaginé, et on en aurait bien senti les avantages, si jusqu'à présent le crédit, plutôt que le besoin, n'en eût pas disposé. On préviendrait cet abus en supprimant l'usage arbitraire des permissions, et en établissant un tems fixe pour la coupe des réserves: ce tems serait plus ou moins long, selon la qualité du terrain, ou plutôt selon la profondeur du sol; car cette attention est absolument nécessaire. On pourrait donc en régler les coupes à cinquante ans dans un terrain de deux pieds et demi de profondeur, à

soixante-dix ans dans un terrain de trois pieds et demi, et à cent ans dans un terrain de quatre pieds et demi et audelà de profondeur. Je donne ces termes d'après les observations que j'ai faites, au moyen d'une tarière haute de cinq pieds, avec laquelle j'ai sondé quantité de terrains, où j'ai examiné en même-tems la hauteur, la grosseur et l'âge des arbres; cela se trouvera assez juste pour les terres fortes et paitrissables. Dans les terres légères et sablonneuses, on pourrait fixer les termes des coupes à quarante, soixante et quatre-vingts ans; on perdrait à attendre plus long-tems, et il vaudrait infiniment mieux garder du bois de service dans des magasins, que de le laisser sur pied dans les forêts, où il ne peut manquer de s'altérer après un certain âge.

Dans quelques provinces maritimes du royaume, comme dans la Bretagne près d'Ancenis, il y a des terrains de communes qui n'ont jamais été cultivés, et qui, sans être en nature de bois, sont couverts d'une infinité de plantes inutiles, comme de fougères, de genets et de bruyères, mais qui sont en même-tems plantés d'une assez grande quantité de chênes isolés. Ces arbres souvent gâtés par l'abroutissement du bétail, ne s'élèvent pas, ils se courbent, ils se tortillent, et ils portent une mauvaise figure, dont cependant on tire quelqu'avantage, car ils peuvent fournir un grand nombre de pièces courbes pour la Marine, et par cette raison ils méritent d'être conservés. Cependant on dégrade tous les jours ces espèces de plantations naturelles; les seigneurs donnent ou vendent aux paysans la liberté de couper dans ces communes, et il est à craindre que ces magasins de bois courbes ne soient bientôt épuisés. Cette perte serait considérable, car les bois courbes de bonne qualité, tels que sont ceux dont je viens de parler, sont fort rares. J'ai cherché les moyens de faire

des bois courbes, et j'ai sur cela des expériences commencées qui pourront réussir, et que je vais rapporter en deux mots. Dans un taillis j'ai fait couper à différentes hauteurs, savoir, à 2, 4, 6, 8, 10, 12 pieds au dessus de terre, les tiges de plusieurs jeunes arbres, et quatre années ensuite j'ai fait couper le sommet des jeunes branches que les arbres étêtés ont produites; la figure de ces arbres est devenue, par cette double opération, si irrégulière, qu'il n'est pas possible de la décrire, et je suis persuadé qu'un jour ils fourniront du bois courbe. Cette façon de courber le bois serait bien plus simple et bien plus aisée à pratiquer que celle de charger d'un poids ou d'assujettir par une corde la tête des jeunes arbres, comme quelques gens l'ont proposé [1].

Tous ceux qui connaissent un peu les bois, savent que la gelée du printems est le fléau des taillis; c'est elle qui, dans les endroits bas et dans les petits vallons supprime continuellement les jeunes rejetons, et empêche le bois de s'élever; en un mot, elle fait au bois un aussi grand tort qu'à toutes les autres productions de la terre, et si ce tort a jusqu'ici été moins connu, moins sensible, c'est que la jouissance d'un taillis étant éloignée, le propriétaire y fait moins d'attention, et se console plus aisément de la perte qu'il fait; cependant cette perte n'en est pas moins réelle, puisqu'elle recule son revenu de plusieurs années. J'ai tâché de prévenir, autant qu'il est possible, les mauvais effets de la gelée, en étudiant la façon dont elle agit, et j'ai fait sur cela des expériences qui m'ont appris que la gelée agit bien

---

[1] Ces jeunes arbres que j'avais fait étêter en 1734, et dont on avait encore coupé la principale branche en 1737, m'ont fourni, en 1769, plusieurs courbes très-bonnes, et dont je me suis servi pour les roues des marteaux et des soufflets de mes forges.

plus violemment à l'exposition du midi, qu'à l'exposition du nord; qu'elle fait tout périr à l'abri du vent, tandis qu'elle épargne tout dans les endroits où il peut passer librement. Cette observation, qui est constante, fournit un moyen de préserver de la gelée quelques endroits de taillis, au moins pendant les deux ou trois premières années, qui sont le tems critique, et où elle les attaque avec plus d'avantage; ce moyen consiste à observer, quand on les abat, de commencer la coupe du côté du nord; il est aisé d'y obliger les marchands de bois en mettant cette clause dans leur marché, et je me suis déjà très-bien trouvé d'avoir pris cette précaution pour quelques-uns de mes taillis.

Un père de famille, un homme arrangé qui se trouve propriétaire d'une quantité un peu considérable de bois taillis, commence par les faire arpenter, borner, diviser et mettre en coupe réglée, il s'imagine que c'est-là le plus haut point d'économie; tous les ans, il vend le même nombre d'arpens, de cette façon ses bois deviennent un revenu annuel; il se sait bon gré de cette règle, et c'est cette apparence d'ordre qui a fait prendre faveur aux coupes réglées : cependant il s'en faut bien que ce soit là le moyen de tirer de ses taillis tout le profit qu'on en pourrait obtenir; ces coupes réglées ne sont bonnes que pour ceux qui ont des terres éloignées qu'ils ne peuvent visiter; la coupe réglée de leurs bois est une espèce de ferme, ils comptent sur le produit, et le reçoivent sans se donner aucun soin, cela doit convenir à grand nomdre de gens; mais pour ceux dont l'habitation se trouve fixée à la campagne, et même pour ceux qui y vont passer un certain tems toutes les années, il leur est facile de mieux ordonner les coupes de leurs bois taillis. En général, on peut assurer que, dans les bons terrains, on gagnera à les attendre, et que, dans

les terrains où il n'y a pas de fond, il faut les couper fort jeunes ; mais il serait à souhaiter qu'on pût donner de la précision à cette règle, et déterminer au juste l'âge où l'on doit couper les taillis ; cet âge est celui où l'accroissement du bois commence à diminuer. Dans les premières années, le bois croît de plus en plus, c'est-à-dire, que la production de la seconde année est plus considérable que celle de la première année ; l'accroissement de la troisième année est plus grand que celui de la seconde ; ainsi, l'accroissement du bois augmente jusqu'à un certain âge, après quoi il diminue ; c'est ce point, ce *maximum*, qu'il faut saisir pour tirer de son taillis tout l'avantage et tout le profit possible. Mais comment le reconnaître, comment s'assurer de cet instant ? il n'y a que des expériences faites en grand, des expériences longues et pénibles, des expériences telles que M. de Réaumur les a indiquées, qui puissent nous apprendre l'âge où les bois commencent à croître de moins en moins ; ces expériences consistent à couper et peser tous les ans le produit de quelques arpens de bois, pour comparer l'augmentation annuelle, et reconnaître au bout de plusieurs années l'âge où elle commence à diminuer.

Venons maintenant aux moyens qu'on doit employer pour renouveler les bois.

Cet objet n'est pas moins important que le premier, combien y a-t-il dans le royaume de terres inutiles, de landes, de bruyères, de communes qui sont absolument stériles ? la Bretagne, le Poitou, la Guyenne, la Bourgogne, la Champagne, et plusieurs autres provinces ne contiennent que trop de ces terres inutiles ; quel avantage pour l'État si on pouvait les mettre en valeur ! la plupart de ces terrains était autrefois en nature de bois, comme je l'ai remarqué dans plusieurs de ces cantons

déserts, où l'on trouve encore quelques vieilles souches presque entièrement pourries. Il est à croire qu'on a peu-à-peu dégradé les bois de ces terrains, comme on dégrade aujourd'hui les communes de Bretagne, et que, par la succession des tems, on les a absolument dégarnis. Nous pouvons donc raisonnablement espérer de rétablir ce que nous avons détruit. On n'a pas de regret à voir des rochers nus, des montagnes couvertes de glace ne rien produire; mais comment peut-on s'accoutumer à souffrir au milieu des meilleures provinces d'un royaume, de bonnes terres en friches, des contrées entières mortes pour l'État? je dis de bonnes terres, parce que j'en ai fait défricher, qui non-seulement étaient de qualité à produire de bon bois, mais même des grains de toute espèce. Il ne s'agirait donc que de semer ou de planter ces terrains, mais il faudrait que cela pût se faire sans grande dépense, ce qui ne laisse pas que d'avoir quelques difficultés, comme on jugera par le détail que je vais faire.

Comme je souhaitais de m'instruire à fond sur la manière de semer et de planter des bois, après avoir lu le peu que nos auteurs d'agriculture disent sur cette matière, je me suis attaché à quelques auteurs anglais, comme Evelyn, Miller, etc. qui me paraissent être plus au fait, et parler d'après l'expérience. J'ai voulu d'abord suivre leurs méthodes en tout point, et j'ai planté et semé des bois à leur façon, mais je n'ai pas été long-tems sans m'apercevoir que cette façon était ruineuse, et qu'en suivant leurs conseils, les bois, avant que d'être en âge, m'auraient coûté dix fois plus que leur valeur. J'ai reconnu alors que toutes leurs expériences avaient été faites en petit dans des jardins, dans des pépinières, ou tout au plus dans quelques parcs, où l'on pouvait cultiver et soigner les jeunes ar-

bres ; mais ce n'est point ce qu'on cherche quand on veut planter des bois ; on a bien de la peine à se résoudre à la première dépense nécessaire, comment ne se refuserait-on pas à toutes les autres, comme celles de la culture, de l'entretien, qui d'ailleurs deviennent immenses lorsqu'on plante de grands cantons ! j'ai donc été obligé d'abandonner ces auteurs et leurs méthodes, et de chercher à m'instruire par d'autres moyens, et j'ai tenté une grande quantité de façons différentes, dont la plupart, je l'avouerai, ont été sans succès, mais qui du moins m'ont appris des faits, et m'ont mis sur la voie de réussir.

Pour travailler, j'avais toutes les facilités qu'on peut souhaiter, des terrains de toutes espèces, en friches et cultivés. Une grande quantité de bois taillis, et des pépinières d'arbres forestiers où je trouvais tous les jeunes plants dont j'avais besoin ; enfin j'ai commencé par vouloir mettre en nature de bois une espèce de terrain de quatre-vingts arpens, dont il y en avait environ vingt en friche, et soixante en terres labourables, produisant tous les ans du froment et d'autres grains, même assez abondamment. Comme mon terrain était naturellement divisé en deux parties presque égales par une haie de bois taillis, que l'une des moitiés était d'un niveau fort uni, et que la terre me paraissait être partout de même qualité, quoique de profondeur assez inégale, je pensai que je pourrais profiter de ces circonstances pour commencer une expérience dont le résultat est fort éloigné, mais qui sera fort utile, c'est de savoir, dans le même terrain, la différence que produit sur un bois l'inégalité de profondeur du sol, afin de déterminer plus juste que je ne l'ai fait ci-devant, à quel âge on doit couper les bois de futaie. Quoique j'aie commencé fort jeune, je n'espère pas que je puisse me

satisfaire pleinement à cet égard, même en me supposant une fort longue vie; mais j'aurai au moins le plaisir d'observer quelque chose de nouveau tous les ans; pourquoi ne pas laisser à la postérité des expériences commencées? J'ai donc fait diviser mon terrain par quart d'arpent, et à chaque angle j'ai fait sonder la profondeur avec ma tarière, j'ai rapporté sur un plan tous les points où j'ai sondé, avec la note de la profondeur du terrain et de la qualité de la pierre qui se trouvait au dessous, dont la mèche de la tarière ramenait toujours des échantillons, et de cette façon j'ai le plan de la superficie et du fond de ma plantation; plan qu'il sera aisé quelques jours de comparer avec la production [1].

Après cette opération préliminaire, j'ai partagé mon terrain en plusieurs cantons, que j'ai fait travailler différemment. Dans l'un, j'ai fait donner trois labours à la charrue, dans un autre, deux labours, dans un troisième un labour seulement; dans d'autres, j'ai fait planter les glands à la pioche et sans avoir labouré; dans d'autres, j'ai fait simplement jeter des glands, ou je les ai fait placer à la main dans l'herbe; dans d'autres, j'ai planté de petits arbres, que j'ai tirés de mes bois; dans d'au-

---

[1] Cette opération ayant été faite en 1734, et le bois semé la même année, on a recepé les jeunes plants, en 1738, pour leur donner plus de vigueur. Vingt ans après, c'est-à-dire, en 1758, ils formaient un bois dont les arbres avaient communément 8 à 9 pouces de tour au pied du tronc; on a coupé ce bois la même année, c'est-à-dire, vingt-quatre ans après l'avoir semé. Le produit n'a pas été tout-à-fait moitié du produit d'un bois ancien de pareil âge dans le même terrain; mais aujourd'hui, en 1774, ce même bois, qui n'a que seize ans, est aussi garni, et produira tout autant que les bois anciennement plantés, et malgré l'inégalité de la profondeur du terrain, qui varie depuis 1 pied et demi jusqu'à 4 pieds et demi, on ne s'aperçoit d'aucune différence dans la grosseur des baliveaux réservés dans les taillis.

tres, des arbres de même espèce, tirés de mes pépinières; j'en ai fait semer et planter quelques-uns à un pouce de profondeur, quelques autres à six pouces; dans d'autres, j'ai semé des glands que j'avais auparavant fait tremper dans différentes liqueurs, comme dans l'eau pure, dans de la lie de-vin, dans l'eau qui s'était égoutée d'un fumier, dans de l'eau salée. Enfin, dans plusieurs cantons, j'ai semé des glands avec de l'avoine; dans plusieurs autres, j'en ai semé que j'avais fait germer auparavant dans de la terre. Je vais rapporter en peu de mots le résultat de toutes ces épreuves, et de plusieurs autres que je supprime ici, pour ne pas rendre cette énumération trop longue.

La nature du terrain où j'ai fait ces essais, m'a paru semblable dans toute son étendue; c'est une terre fort pétrissable, un tant soit peu mêlée de glaise, retenant l'eau long-tems, et se séchant assez difficilement, formant, par la gelée et par la sécheresse, une espèce de croûte avec plusieurs petites fentes à la surface, produisant naturellement une grande quantité d'hiebles dans les endroits cultivés, et de genièvres dans les endroits en friche; ce terrain est environné de tous côtés de bois d'une belle venue. J'ai fait semer avec soin tous les glands un à un et à un pied de distance les uns des autres, de sorte qu'il en est entré environ douze mesures ou boisseaux de Paris dans chaque arpent. Je crois qu'il est nécessaire de rapporter ces faits pour qu'on puisse juger plus sainement de ceux qui doivent suivre.

L'année d'après, j'ai observé avec grande attention l'état de ma plantation, et j'ai reconnu que dans le canton dont j'espérais le plus, et que j'avais fait labourer trois fois, et semer avant l'hiver, la plus grande partie des glands n'avaient pas levé, les pluies de l'hiver avaient tellement battu et corroyé la terre, qu'ils n'avaient pu

percer, le petit nombre de ceux qui avaient pu trouver issue, n'avait paru que fort tard, environ à la fin de juin ; ils étaient faibles, effilés, la feuille était jaunâtre, languissante, et ils étaient si loin les uns des autres, le canton était si peu garni, que j'eus quelque regret aux soins qu'ils avaient coûtés. Le canton qui n'avait eu que deux labours, et qui avait aussi été semé avant l'hiver, ressemblait assez au premier, cependant il y avait un plus grand nombre de jeunes chênes, parce que la terre étant moins divisée par le labour, la pluie n'avait pu la battre autant que celle du premier canton. Le troisième qui n'avait eu qu'un seul labour, était par la même raison un peu mieux peuplé que le second, mais cependant il l'était si mal, que plus de trois quarts de mes glands avaient encore manqué.

Cette épreuve me fit connaître que dans les terrains forts et mêlés de glaise, il ne faut pas labourer et semer avant l'hiver ; j'en fus entièrement convaincu, en jetant les yeux sur les autres cantons. Ceux que j'avais fait labourer et semer au printems, étaient bien mieux garnis ; mais ce qui me surprit, c'est que les endroits où j'avais fait planter le gland à la pioche, sans aucune culture précédente, étaient considérablement plus peuplés que les autres ; ceux même où l'on n'avait fait que cacher les glands sous l'herbe, étaient assez bien fournis, quoique les mulots, pigeons ramiers, et d'autres animaux en eussent emporté une grande quantité. Les cantons où les glands avaient été semés à six pouces de profondeur, se trouvèrent beaucoup moins garnis que ceux ou on les avait fait semer à un pouce ou deux de profondeur. Dans un petit canton où j'en avais fait semer à un pied de profondeur, il n'en parut pas un, quoique dans un autre endroit où j'en avais fait mettre à neuf pouces, il en eût levé plusieurs. Ceux qui avaient été

trempés pendant huit jours dans la lie-de-vin et dans l'égoût du fumier, sortirent de terre plus tôt que les autres. Presque tous les arbres gros et petits que j'avais fait tirer de mes taillis, ont péri à la première ou à la seconde année, tandis que ceux que j'avais tirés de mes pépinières ont presque tous réussi. Mais ce qui me donna le plus de satisfaction, ce fut le canton où j'avais fait planter au printems les glands que j'avais fait auparavant germer dans de la terre, il n'en avait presque point manqué; à la vérité ils ont levé plus tard que les autres, ce que j'attribue à ce qu'en les transportant ainsi tous germés, on cassa la radicule de plusieurs de ces glands.

Les années suivantes n'ont apporté aucun changement à ce qui s'est annoncé dès la première année. Les jeunes chênes du canton labouré trois fois sont demeurés toujours un peu audessous des autres; ainsi, je crois pouvoir assurer que pour semer une terre forte et glaiseuse, il faut conserver le gland pendant l'hiver dans la terre, en faisant un lit de deux pouces de glands sur un lit de terre d'un demi-pied, puis un lit de terre et un lit de glands, toujours alternativement, et enfin en couvrant le magasin d'un pied de terre pour que la gelée ne puisse y pénétrer. On en tirera le gland au commencement de mars, et on le plantera à un pied de distance. Ces glands qui ont germé sont déjà autant de jeunes chênes, et le succès d'une plantation faite de cette façon n'est pas douteux; la dépense même n'est pas considérable, car il ne faut qu'un seul labour. Si l'on pouvait se garantir des mulots et des oiseaux, on réussirait tout de même et sans aucune dépense en mettant en automne le gland sous l'herbe, car il perce et s'enfonce de lui-même, et réussit à merveille sans aucune culture dans les friches dont le gazon est fin, serré et bien garni, ce qui indique presque toujours un terrain ferme et glaiseux.

Comme je pense que la meilleure façon de semer du bois dans un terrain fort et mêlé de glaise, est de faire germer les glands dans la terre, il est bon de rassurer sur le petit inconvénient dont j'ai parlé. On transporte le gland germé dans des mannequins, des corbeilles, des paniers, et on ne peut éviter de rompre la radicule de plusieurs de ces glands; mais cela ne leur fait d'autre mal que de retarder leur sortie de terre de quinze jours ou trois semaines, ce qui même n'est pas un mal, parce qu'on évite par là celui que la gelée des matinées de mai fait aux graines qui ont levé de bonne heure, et qui est bien plus considérable. J'ai pris des glands germés auxquels j'ai coupé le tiers, la moitié, les trois quarts, et même toute la radicule; je les ai semés dans un jardin où je pouvais les observer à toute heure; ils ont tous levé, mais les plus mutilés ont levé les derniers. J'ai semé d'autres glands germés auxquels, outre la radicule, j'avais encore ôté l'un des lobes, ils ont encore levé; mais si on retranche les deux lobes, ou si l'on coupe la plume, qui est la partie essentielle de l'embryon végétal, ils périssent également.

Dans l'autre moitié de mon terrain, dont je n'ai pas encore parlé, il y a un canton dont la terre est bien moins forte que celle que j'ai décrite, et où elle est même mêlée de quelques pierres à un pied de profondeur; c'était un champ qui rapportait beaucoup de grain, et qui avait été bien cultivé. Je les fis labourer avant l'hiver, et aux mois de novembre, décembre et février, j'y plantai une collection nombreuse de toutes les espèces d'arbres des forêts, que je fis arracher dans mes bois taillis de toute grandeur, depuis trois pieds jusqu'à dix et douze de hauteur. Une grande partie de ces arbres n'a pas repris, et de ceux qui ont poussé à la première sève, un grand nombre a péri pendant les

chaleurs du mois d'août, plusieurs ont péri à la seconde, et encore d'autres la troisième et la quatrième année; de sorte que tous ces arbres, quoique plantés et arrachés avec soin, et même avec des précautions peu communes, il ne m'est resté que des cerisiers, des alisiers, des cormiers, des frênes et des ormes; encore les alisiers et les frênes sont-ils languissans, ils n'ont pas augmenté d'un pied de hauteur en cinq ans; les cormiers sont plus vigoureux, mais les mérisiers et les ormes sont ceux qui de tous ont le mieux réussi. Cette terre se couvrit pendant l'été d'une prodigieuse quantité de mauvaises herbes, dont les racines détruisirent plusieurs de mes arbres. Je fis semer aussi dans ce canton des glands germés, les mauvaises herbes en étouffèrent une grande partie; ainsi, je crois que dans les bons terrains, qui sont d'une nature moyenne, entre les terres fortes et les terres légères, il convient de semer de l'avoine avec les glands, pour prévenir la naissance des mauvaises herbes, dont la plupart sont vivaces, et qui font beaucoup plus de tort aux jeunes chênes que l'avoine qui cesse de pousser des racines au mois de juillet. Cette observation est sûre, car, dans le même terrain, les glands que j'avais fait semer avec l'avoine, avaient mieux réussi que les autres. Dans le reste de mon terrain, j'ai fait planter des jeunes chênes, de l'ormille et d'autres jeunes plants, tirés de mes pépinières, qui ont bien réussi, ainsi, je crois pouvoir conclure, avec connaissance de cause, que c'est perdre de l'argent et du tems que de faire arracher des jeunes arbres dans les bois pour les transplanter dans des endroits où on est obligé de les abandonner et de les laisser sans culture, et que quand on veut faire des plantations considérables d'autres arbres que de chêne ou de hêtre, dont les graines sont fortes, et surmontent

presque tous les obstacles, il faut des pépinières où l'on puisse élever et soigner les jeunes arbres pendant les deux premières années, après quoi on les pourra plan ter avec succès pour faire du bois.

M'étant donc un peu instruit à mes dépens en faisant cette plantation, j'entrepris, l'année suivante, d'en faire une autre presque aussi considérable dans un ter-rain tout différent; la terre y est sèche, légère, mêlée de gravier, et le sol n'a pas huit pouces de profondeur, audessous duquel on trouve la pierre. J'y fis aussi un grand nombre d'épreuves, dont je ne rapporterai pas le détail, je me contenterai d'avertir qu'il faut labourer ces terrains, et les semer avant l'hiver. Si l'on ne sème qu'au printems, la chaleur du soleil fait périr les graines; si on se contente de les jeter ou de les placer sur la terre, comme dans les terrains forts, elles se dessèchent et périssent, parce que l'herbe qui fait le gazon de ces terres légères, n'est pas assez garnie et assez épaisse pour les garantir de la gelée pendant l'hiver, et de l'ardeur du soleil au printems. Les jeunes arbres arrachés dans les bois, réussissent encore moins dans ces terrains que dans les terres fortes; et si on veut les planter, il faut le faire avant l'hiver avec des jeunes plants pris en pépinière.

Je ne dois pas oublier de rapporter une expérience qui a un rapport immédiat avec notre sujet. J'avais envie de connaître les espèces de terrains qui sont absolument contraires à la végétation, et pour cela j'ai fait remplir une demi-douzaine de grandes caisses à mettre des orangers, de matières toutes différentes; la première de glaise bleue; la seconde de graviers gros comme des noisettes, la troisième de glaise couleur d'orange, la quatrième d'argile blanche, la cinquième de sable blanc, et la sixième de fumier de vache bien

pourri. J'ai semé dans chacune de ces caisses un nombre égal de glands, de châtaignes et de graines de frênes, et j'ai laissé les caisses à l'air sans les soigner et sans les arroser; la graine de frêne n'a levé dans aucune de ces terres, les châtaignes ont levé et ont vécu, mais sans faire de progrès dans la caisse de glaise bleue. A l'égard des glands, il en a levé une grande quantité dans toutes les caisses, à l'exception de celle qui contenait la glaise orangée qui n'a rien produit du tout. J'ai observé que les jeunes chênes qui avaient levé dans la glaise bleue et dans l'argile, quoiqu'un peu effilés au sommet, étaient forts et vigoureux en comparaison des autres; ceux qui étaient dans le fumier pourri, dans le sable et dans le gravier, étaient faibles, avaient la feuille jaune et paraissaient languissans. En automne, j'en fis enlever deux dans chaque caisse, l'état des racines répondait à celui de la tige, car dans les glaises la racine était forte, et n'était proprement qu'un pivot gros et ferme, long de trois à quatre pouces, qui n'avait qu'une ou deux ramifications. Dans le gravier au contraire et dans le sable, la racine s'était fort alongée, et s'était prodigieusement divisée; elle ressemblait, si je puis m'exprimer ainsi, à une longue coupe de cheveux. Dans le fumier, la racine n'avait guère qu'un pouce ou deux de longueur, et s'était divisée, dès sa naissance, en deux ou trois cornes courtes et faibles. Il est aisé de donner les raisons de ces différences, mais je ne veux ici tirer de cette expérience qu'une vérité utile, c'est que le gland peut venir dans tous les terrains. Je ne dissimulerai pas cependant que j'ai vu, dans plusieurs provinces de France, des terrains d'une vaste étendue couverts d'une petite espèce de bruyère, où je n'ai pas vu un chêne, ni aucune autre espèce d'arbres; la terre de ces cantons est légère comme de

la cendre noire, poudreuse, sans aucune liaison. J'ai fait ultérieurement des expériences sur ces espèces de terres, que je rapporterai dans la suite de ce mémoire, et qui m'ont convaincu que si les chênes n'y peuvent croître, les pins, les sapins, et peut-être quelques autres arbres utiles peuvent y venir. J'ai élevé de graine, et je cultive actuellement une grande quantité de ces arbres, j'ai remarqué qu'ils demandent un terrain semblable à celui que je viens de décrire. Je suis donc persuadé qu'il n'y a point de terrain, quelque mauvais, quelqu'ingrat qu'il paraisse, dont on ne pût tirer parti, même pour planter des bois ; il ne s'agirait que de connaître les espèces d'arbres qui conviendraient aux différens terrains.

Sur la culture et l'exploitation des forêts.

Dans les arts qui sont de nécessité première, tels que l'agriculture, les hommes, même les plus grossiers, arrivent à force d'expériences à des pratiques utiles : la manière de cultiver le blé, la vigne, les légumes et les autres productions de la terre que l'on recueille tous les ans, est mieux et plus généralement connue que la façon d'entretenir et cultiver une forêt; et, quand même la culture des champs serait défectueuse à plusieurs égards, il est pourtant certain que les usages établis sont fondés sur des expériences continuellement répétées, dont les résultats sont des espèces d'approximations du vrai. Le cultivateur éclairé par un intérêt toujours nouveau, apprend à ne pas se tromper, ou du moins à se tromper peu sur les moyens de rendre son terrain plus fertile.

Ce même intérêt se trouvant partout, il serait natu-

rel de penser que les hommes ont donné quelque attention à la culture des bois ; cependant rien n'est moins connu, rien n'est plus négligé : le bois paraît être un présent de la nature, qu'il suffit de recevoir tel qu'il sort de ses mains. La nécessité de le faire valoir ne s'est pas fait sentir, et la manière d'en jouir n'étant pas fondée sur des expériences assez répétées, on ignore jusqu'aux moyens les plus simples de conserver les forêts, et d'augmenter leur produit.

Je n'ai garde de vouloir insinuer par-là que les recherches et les observations, que j'ai faites sur cette matière, soient des découvertes admirables ; je dois avertir au contraire que se sont des choses communes, mais que leur utilité peut rendre importantes. J'ai déjà donné, dans l'article précédent, mes vues sur ce sujet; je vais dans celui-ci étendre ces vues, en présentant de nouveaux faits.

Le produit d'un terrain peut se mesurer par la culture ; plus la terre est travaillée, plus elle rapporte de fruits; mais cette vérité, d'ailleurs si utile, souffre quelques exceptions, et dans les bois une culture prématurée et mal entendue cause la disette au lieu de produire l'abondance; par exemple, on imagine, et je l'ai cru long-tems, que la meilleure manière de mettre un terrain en nature de bois, est de nétoyer ce terrain, et de le bien cultiver avant que de semer le gland ou les autres graines qui doivent un jour le couvrir de bois, et je n'ai été désabusé de ce préjugé, qui paraît si raisonnable, que par une longue suite d'observations. J'ai fait des semis considérables et des plantations assez vastes, je les ai faites avec précaution ; j'ai souvent fait arracher les genièvres, les bruyères, et jusqu'aux moindres plantes que je regardais comme nuisibles pour cultiver à fond et par plusieurs labours les terrains que je voulais

ensemencer; je ne doutais pas du succès d'un semis fait avec tous ces soins, mais au bout de quelques années, j'ai reconnu que ces mêmes soins n'avaient servi qu'à retarder l'accroissement de mes jeunes plants, et que cette culture précédente, qui m'avait donné tant d'espérance, m'avait causé des pertes considérables : ordinairement on dépense pour acquérir, ici la dépense nuit à l'acquisition.

Si l'on veut donc réussir à faire croître du bois dans un terrain de quelque qualité qu'il soit, il faut imiter la nature, il faut y planter et y semer des épines et des buissons qui puissent rompre la force du vent, diminuer celle de la gelée et s'opposer à l'intempérie des saisons; ces buissons sont des abris qui garantissent les jeunes plants, et les protègent contre l'ardeur du soleil et la rigueur des frimats. Un terrain couvert, ou plutôt à demi-couvert de genièvres, de bruyères, est un bois à moitié fait, et qui a peut-être dix ans d'avance sur un terrain net et cultivé : voici les observations qui m'en ont assuré.

J'ai deux pièces de terre d'environ quarante arpens chacune, semées en bois depuis neuf ans, ces deux pièces sont environnées de tous côtés de bois taillis; l'une des deux était un champ cultivé, on a semé également et en même-tems plusieurs cantons dans cette pièce, les uns dans le milieu de la pièce, les autres le long des bois taillis; tous les cantons du milieu sont dépeuplés, tous ceux qui avoisinent le b is sont bien garnis : cette différence n'était pas sensible à la première année, pas même à la seconde; mais je me suis aperçu à la troisième année d'une petite diminution dans le nombre des jeunes plants du canton du milieu, et les ayant observés exactement, j'ai vu qu'à chaque été et à chaque hiver des années suivantes, il en a péri consi-

dérablement, et les fortes gelées de 1740, ont achevé de désoler ces cantons, tandis que tout est florissant dans les parties qui s'étendent le long des bois taillis, les jeunes arbres y sont verts, vigoureux, plantés tous les uns contre les autres, et ils se sont élevés sans aucune culture à quatre ou cinq pieds de hauteur: il est évident qu'ils doivent leur accroissement au bois voisin qui leur a servi d'abri contre les injures des saisons. Cette pièce de quarante arpens, est actuellement environnée d'une lisière de cinq à six perches de largeur d'un bois naissant qui donne les plus belles espérances; à mesure qu'on s'éloigne pour gagner le milieu, le terrain est moins garni, et quand on arrive à douze ou quinze perches de distance des bois taillis, à peine s'aperçoit-on qu'il ait été planté; l'exposition trop découverte est la seule cause de cette différence, car le terrain est absolument le même au milieu de la pièce et le long du bois; ces terrains avaient en même-tems reçu les mêmes cultures, ils avaient été semés de la même façon et avec les mêmes graines. J'ai eu occasion de répéter cette observation dans des semis encore plus vastes, où j'ai reconnu que le milieu des pièces est toujours dégarni, et que, quelque attention qu'on ait à resemer cette partie du terrain tous les ans, elle ne peut se couvrir de bois, et reste en pure perte au propriétaire.

Pour remédier à cet inconvénient, j'ai fait faire deux fossés qui se coupent à angles droits dans le milieu de ces pièces, et j'ai fait planter des épines, du peuplier et d'autres bois blancs tout le long de ces fossés; cet abri quoique léger a suffi pour garantir les jeunes plants voisins du fossé; et, par cette petite dépense, j'ai prévenu la perte totale de la plus grande partie de ma plantation.

L'autre pièce de quarante arpens dont j'ai parlé, était

avant la plantation composée de vingt arpens d'un terrain net et bien cultivée, et de vingt autres arpens en friche et recouverts d'un grand nombre de genièvres et d'épines : j'ai fait semer en même-tems la plus grande partie de ces deux terrains; mais, comme on ne pouvait pas cultiver celui qui était couvert de genièvres, je me suis contenté d'y faire jeter des glands à la main sous les genièvres, et j'ai fait mettre dans les places découvertes le gland sous le gazon au moyen d'un seul coup de pioche; on y avait même épargné la graine dans l'incertitude du succès, et je l'avais fait prodiguer dans le terrain cultivé. L'événement a été tout différent de ce que j'avais pensé, le terrain découvert et cultivé se couvrit à la première année d'une grande quantité de jeunes chênes, mais peu à peu cette quantité a diminué, et elle serait aujourd'hui presque réduite à rien, sans les soins que je me suis donné pour en conserver le reste. Le terrain au contraire, qui était couvert d'épines et de genièvres est devenu en neuf ans un petit bois, où les jeunes chênes se sont élevés à cinq à six pieds de hauteur. Cette observation prouve encore mieux que la première combien l'abri est nécessaire à la conservation et à l'accroissement des jeunes plants, car je n'ai conservé ceux qui étaient dans le terrain trop découvert, qu'en plantant au printems des boutures de peupliers et des épines, qui, après avoir pris racine, ont fait un peu de couvert, et ont défendu les jeunes chênes trop faibles pour résister par eux-mêmes à la rigueur des saisons.

Pour convertir en bois un champ ou tout autre terrain cultivé, le plus difficile est donc de faire du couvert. Si l'on abandonne un champ, il faut vingt ou trente ans à la nature pour y faire croître des épines et des bruyères; ici il faut une culture qui, dans un an

ou deux, puisse mettre le terrain au même état où il se trouve après une non-culture de vingt ans.

J'ai fait à ce sujet différentes tentatives, j'ai fait semer de l'épine, du genièvre et plusieurs autres graines avec le gland, mais il faut trop de tems à ces graines pour lever et s'élever ; la plupart demeurent en terre pendant deux ans, et j'ai aussi inutilement essayé des graines qui me paraissaient plus hâtives, il n'y a que la graine de marseau qui réussisse et qui croisse assez promptement sans culture : mais je n'ai rien trouvé de mieux pour faire du couvert, que de planter des boutures de peuplier ou quelques pieds de tremble en même-tems qu'on sème le gland dans un terrain humide ; et dans des terrains secs, des épines, du sureau et quelques pieds de sumach de Virginie ; ce dernier arbre sur-tout, qui est à peine connu des gens qui ne sont pas botanistes, se multiplie de rejetons avec une telle facilité, qu'il suffira d'en mettre un pied dans un jardin pour que tous les ans on puisse en porter un grand nombre dans ses plantations, et les racines de cet arbre s'étendent si loin, qu'il n'en faut qu'une douzaine de pieds par arpent, pour avoir du couvert au bout de trois ou quatre ans : on observera seulement de les faire couper jusqu'à terre à la seconde année, afin de faire pousser un plus grand nombre de rejetons. Après le sumach, le tremble est le meilleur, car il pousse des rejetons à quarante ou cinquante pas, et j'ai garni plusieurs endroits de mes plantations, en faisant seulement abattre quelques trembles qui s'y trouvaient par hasard. Il est vrai que cet arbre ne se transplante pas aisément, ce qui doit faire préférer le sumach ; de tous les arbres que je connais, c'est le seul qui, sans aucune culture, croisse et se multiplie au point de garnir un terrain en aussi peu de tems ; ses racines courent presque à la

surface de la terre ; ainsi, elles ne font aucun tort à celles des jeunes chênes qui pivotent et s'enfoncent dans la profondeur du sol. On ne doit pas craindre que ce sumach ou les autres mauvaises espèces de bois, comme le tremble, le peuplier et le marseau, puissent nuire aux bonnes espèces, comme le chêne et le hêtre : ceux-ci ne sont faibles que dans leur jeunesse, et après avoir passé les premières années à l'ombre et à l'abri des autres arbres, bientôt ils s'élèveront audessus, et devenant plus forts il étoufferont tout ce qui les environnera.

Je l'ai dit et je le répète, on ne peut trop cultiver la terre lorsqu'elle nous rend tous les ans le fruit de nos travaux ; mais lorsqu'il faut attendre vingt-cinq ou trente ans pour jouir, lorsqu'il faut faire une dépense considérable pour arriver à cette jouissance, on a raison d'examiner, on a peut-être raison de se dégoûter. Le fonds ne vaut que par le revenu, et quelle différence d'un revenu annuel à un revenu éloigné, même incertain !

J'ai voulu m'assurer, par des expériences constantes, des avantages de la culture par rapport au bois, et pour arriver à des connaissances précises, j'ai fait semer dans un jardin quelques glands de ceux que je semais en même-tems et en quantité dans mes bois; j'ai abandonné ceux-ci aux soins de la nature, et j'ai cultivé ceux-là avec toutes les recherches de l'art. En cinq années les chênes de mon jardin avaient acquis une tige de dix pieds, et de deux à trois pouces de diamètre, et une tête assez formée pour pouvoir se mettre aisément à l'ombre dessous ; quelques-uns de ces arbres ont même donné, dès la cinquième année, du fruit, qui, étant semé au pied de ses pères, a produit d'autres arbres redevables de leur naissance à la force d'une

culture assidue et étudiée. Les chênes de mes bois, semés en même-tems, n'avaient, après cinq ans, que deux ou trois pieds de hauteur, (je parle des plus vigoureux, car le plus grand nombre n'avait pas un pied) leur tige était à-peu-près grosse comme le doigt, leur forme était celle d'un petit buisson, leur mauvaise figure, loin d'annoncer de la postérité, laissait douter s'ils auraient assez de force pour se conserver eux-mêmes. Encouragé par ces succès de culture, et ne pouvant souffrir les avortons de mes bois, lorsque je les comparais aux arbres de mon jardin, je cherchai à me tromper moi-même sur la dépense, et j'entrepris de faire dans mes bois un canton assez considérable, où j'éleverais les arbres avec les mêmes soins que dans mon jardin : il ne s'agissait pas moins que de faire fouiller la terre à deux pieds et demi de profondeur, de la cultiver d'abord comme on cultive un jardin; et pour améliorations de faire conduire dans ce terrain, qui me paraissait un peu trop ferme et trop froid, plus de deux cents voitures de mauvais bois de recoupe et de copeaux que je fis brûler sur la place, et dont on mêla les cendres avec la terre. Cette dépense allait déjà beaucoup au delà du quadruple de la valeur du fonds, mais je me satisfaisais, et je voulais avoir du bois en cinq ans; mes espérances étaient fondées sur ma propre expérience, sur la nature d'un terrain choisi entre cent autres terrains, et plus encore sur la résolution de ne rien épargner pour réussir, car c'était une expérience; cependant elles ont été trompées, j'ai été contraint, dès la première année, de renoncer à mes idées, et à la troisième j'ai abandonné ce terrain avec un dégoût égal à l'empressement que j'avais eu pour le cultiver. On n'en sera pas surpris lorsque je dirai, qu'à la première année, outre les ennemis que j'eus à combattre, comme

les mulots, les oiseaux; etc. la quantité des mauvaises herbes fut si grande, qu'on était obligé de sarcler continuellement, et qu'en le faisant à la main et avec la plus grande précaution, on ne pouvait cependant s'empêcher de déranger les racines des petits arbres naissans, ce qui leur causait un préjudice sensible; je me souvins alors, mais trop tard, de la remarque des jardiniers, qui, la première année n'attendent rien d'un jardin neuf, et qui ont bien de la peine dans les trois premières années à purger le terrain des mauvaises herbes dont il est rempli. Mais ce ne fut pas là le plus grand inconvénient, l'eau me manqua pendant l'été, et ne pouvant arroser mes jeunes plants, ils en souffrirent d'autant plus qu'ils y avaient été accoutumés au printems; d'ailleurs le grand soin avec lequel on ôtait les mauvaises herbes, par de petits labours réitérés, avait rendu le terrain net, et sur la fin de l'été la terre était devenue brûlante et d'une sécheresse affreuse, ce qui ne serait point arrivé si on ne l'avait pas cultivée aussi souvent, et si on eût laissé les mauvaises herbes qui avaient crû depuis le mois de juillet. Mais le tort irréparable fut celui que causa la gelée du printems suivant : mon terrain, quoique bien situé, n'était pas assez éloigné des bois pour que la transpiration des feuilles naissantes des arbres ne se répandît pas sur mes jeunes plants; cette humidité accompagnée d'un vent de nord, les fit geler au 16 de mai, et dès ce jour je perdis presque toutes mes espérances; cependant je ne voulus point encore abandonner entièrement mon projet, je tâchai de remédier au mal causé par la gelée, en faisant couper toutes les parties mortes ou malades; cette opération fit un grand bien, mes jeunes arbres reprirent de la vigueur, et comme je n'avais qu'une certaine quantité d'eau à leur donner, je la réservai pour besoin pressant; je diminuai aussi

le nombre des labours, crainte de trop dessécher la terre, et je fus assez content du succès de ces petites attentions : la sève d'août fut abondante, et mes jeunes plants poussèrent plus vigoureusement qu'au printems; mais le but principal était manqué, le grand et prompt accroissement que je désirais, se réduisait au quart de ce que j'avais espéré, et de ce que j'avais vu dans mon jardin : cela ralentit beaucoup mon ardeur, et je me contentai, après avoir fait un peu élaguer mes jeunes plants, de leur donner deux labours l'année suivante, et encore y eut-il un espace d'environ un quart d'arpent qui fut oublié, et qui ne reçut aucune culture. Cet oubli me valut une connaissance, car j'observai, avec quelque surprise, que les jeunes plants de ce canton étaient aussi vigoureux que ceux du canton cultivé; et cette remarque changea mes idées au sujet de la culture, et me fit abandonner ce terrain qui m'avait tant coûté. Avant que de le quitter, je dois avertir que ces cultures ont cependant fait avancer considérablement l'accroissement des jeunes arbres, et que je ne me suis trompé sur cela que du plus au moins : mais la grande erreur de tout ceci est la dépense, le produit n'est point du tout proportionné, et plus on répand d'argent dans un terrain qu'on veut convertir en bois, plus on se trompe; c'est un intérêt qui décroît à mesure qu'on fait de plus grands fonds.

Il faut donc tourner ses vues d'un autre côté; la dépense devenant trop forte, il faut renoncer à ces cultures extraordinaires qu'on donne ordinairement aux jeunes plants deux fois l'année en serfouissant légèrement la terre à leur pied; outre des inconvéniens réels de cette dernière culture, celui de la dépense est suffisant pour qu'on s'en dégoûte aisément, sur-tout si l'on peut y substituer quelque chose de meilleur et qui coûte beaucoup moins.

Le moyen de suppléer aux labours et presque à toutes les autres espèces de culture, c'est de couper les jeunes plants jusqu'au près de terre; ce moyen, tout simple qu'il paraît, est d'une utilité infinie, et lorsqu'il est mis en œuvre à propos, il accélère de plusieurs années le succès d'une plantation. Qu'on me permette, à ce sujet, un peu de détail, qui peut-être ne déplaira pas aux amateurs de l'agriculture.

Tous les terrains peuvent se réduire à deux espèces, savoir, les terrains forts et les terrains légers; cette division, quelque générale qu'elle soit, suffit à mon dessein. Si l'on veut semer dans un terrain léger, on peut le faire labourer; cette opération fait d'autant plus d'effet, et cause d'autant moins de défense que le terrain est plus léger; il ne faut qu'un seul labour, et on sème le gland en suivant la charrue. Comme ces terrains sont ordinairement secs et brûlans, il ne faut point arracher les mauvaises herbes que produit l'été suivant, elles entretiennent une fraîcheur bienfaisante et garantissent les petits chênes de l'ardeur du soleil, ensuite venant à périr et à sécher pendant l'automne, elles servent de chaume et d'abri pendant l'hiver, et empêchent les racines de geler; il ne faut donc aucune espèce de culture dans ces terrains sablonneux. J'ai semé en bois un grand nombre d'arpens de cette nature de terrain, et j'ai réussi au-delà de mes espérances; les racines des jeunes arbres trouvant une terre légère et aisée à diviser, s'étendent et profitent de tous les sucs qui leur sont offerts; les pluies et les rosées pénètrent facilement jusqu'aux racines, il ne faut qu'un peu de couvert et d'abri pour faire réussir un semis dans les terrains de cette espèce; mais il est bien plus difficile de faire croître du bois dans des terrains forts, et il faut une pratique toute différente; dans ces terrains, les premiers labours

sont inutiles et souvent nuisibles, la meilleure manière est de planter les glands à la pioche sans aucune culture précédente ; mais il ne faut pas les abandonner comme les premiers, au point de les perdre de vue et de n'y plus penser, il faut au contraire les visiter souvent ; il faut observer la hauteur à laquelle ils se seront élevés la première année, observer ensuite s'ils ont poussé plus vigoureusement à la seconde année qu'à la première, et à la troisième qu'à la seconde : tant que l'accroissement va en augmentant ou même tant qu'il se soutient sur le même pied, il ne faut pas y toucher, mais on s'apercevra ordinairement à la troisième année que l'accroissement va en diminuant, et si on attend la quatrième, la cinquième, la sixième, etc. on reconnaîtra que l'accroissement de chaque année est toujours plus petit ; ainsi dès qu'on s'apercevra que, sans qu'il y ait eu de gelées ou d'autres accidens, les jeunes arbres commencent à croître de moins en moins, il faut les faire couper jusqu'à terre au mois de mars, et l'on gagnera un grand nombre d'années. Le jeune arbre livré à lui-même dans un terrain fort et serré, ne peut étendre ses racines, la terre trop dure les fait refouler sur elles-mêmes, les petits filets tendres et herbacés, qui doivent nourrir l'arbre et former la nouvelle production de l'année, ne peuvent pénétrer la substance trop ferme de la terre ; ainsi, l'arbre languit privé de nourriture, et la production annuelle diminue souvent jusqu'au point de ne donner que des feuilles et quelques boutons. Si vous coupez cet arbre, toute la force de la sève se porte aux racines, en développe tous les germes, et agissant avec plus de puissance contre le terrain qui leur résiste, les jeunes racines s'ouvrent des chemins nouveaux, et divisent par le surcroît de leur force cette terre qu'elles avaient jusqu'alors vainement attaquée, elles y trouvent abondamment des

sucs nourriciers ; et, dès qu'elles sont établies dans ce nouveau pays, elles poussent avec vigueur audehors la surabondance de leur nourriture, et produisent, dès la première année, un jet plus vigoureux et plus élevé que ne l'était l'ancienne tige de trois ans. J'ai si souvent réitéré cette expérience que je dois la donner comme un fait sûr, et comme la pratique la plus utile que je connaisse dans la culture des bois.

Dans un terrain qui n'est que ferme sans être trop dur, il suffira de receper une seule fois les jeunes plants pour les faire réussir. J'ai des cantons assez considérables d'une terre ferme et paîtrissable, où les jeunes plants n'ont été coupés qu'une fois, où ils croissent à merveille, et où j'aurai du bois taillis prêt à couper dans quelques années. Mais j'ai remarqué dans un autre endroit où la terre est extrêmement forte et dure, qu'ayant fait couper à la seconde année mes jeunes plants, parce qu'ils étaient languissans, cela n'a pas empêché qu'au bout de quatre autres années on n'ait été obligé de les couper une seconde fois, et je vais rapporter une autre expérience, qui fera voir la nécessité de couper deux fois dans de certains cas.

J'ai fait planter, depuis dix ans, un nombre très-considérable d'arbres de plusieurs espèces, comme des ormes, des frênes, des charmes, etc. La première année, tous ceux qui reprirent poussèrent assez vigoureusement; la seconde année, ils ont poussé plus faiblement; la troisième année plus languissamment; ceux qui me parurent les plus malades étaient ceux qui étaient les plus gros et les plus âgés lorsque je les fis transplanter. Je voyais que la racine n'avait pas la force de nourrir ces grandes tiges, cela me détermina à les faire couper; je fis faire la même opération aux plus petits les années suivantes, parce que leur langueur devint

telle, que, sans un prompt secours, elle ne laissait plus rien à espérer; cette première coupe renouvela mes arbres et leur donna beaucoup de vigueur, sur-tout pendant les deux premières années, mais à la troisième je m'aperçus d'un peu de diminution dans l'accroissement; je l'attribuai d'abord à la température des saisons de cette année, qui n'avait pas été aussi favorable que celle des années précédentes; mais je reconnus clairement, pendant l'année suivante, qui fut heureuse pour les plantes, que le mal n'avait pas été causé par la seule intempérie des saisons; l'accroissement de mes arbres continuait à diminuer, et aurait toujours diminué, comme je m'en suis assuré en laissant sur pied quelques-uns d'entr'eux, si je ne les avais pas fait couper une seconde fois. Quatre ans se sont écoulés depuis cette seconde coupe, sans qu'il y ait eu de diminution dans l'accroissement, et ces arbres, qui sont plantés dans un terrain qui est en friche depuis plus de vingt ans, et qui n'ont jamais été cultivés au pied, ont autant de force, et la feuille aussi verte que des arbres de pépinière; preuve évidente que la coupe, faite à propos, peut suppléer à toute autre culture.

Les auteurs d'Agriculture sont bien éloignés de penser comme nous sur ce sujet; ils répètent tous les uns après les autres, que pour avoir une futaie, pour avoir des arbres d'une belle venue, il faut bien se garder de couper le sommet des jeunes plants, et qu'il faut conserver avec grand soin le *montant*, c'est-à-dire, le jet principal. Ce conseil n'est bon que dans de certains cas particuliers; mais il est généralement vrai, et je puis l'assurer, après un très-grand nombre d'expériences, que rien n'est plus efficace pour redresser les arbres, et pour leur donner une tige droite et nette, que la coupe faite au pied. J'ai même observé souvent que

les futaies venues de graines ou de jeunes plants, n'étaient pas si belles ni si droites que les futaies venues sur les jeunes souches; ainsi, on ne doit pas hésiter à mettre en pratique cette espèce de culture si facile et si peu coûteuse.

Il n'est pas nécessaire d'avertir qu'elle est encore plus indispensable lorsque les jeunes plants ont été gelés, il n'y a pas d'autre moyen pour les rétablir que de les receper. On aurait dû, par exemple, receper tous les taillis de deux ou trois ans qui ont été gelés au mois d'octobre 1740, jamais gelée d'automne n'a fait autant de mal : la seule façon d'y remédier c'est de couper, on sacrifie trois ans pour n'en pas perdre dix ou douze.

A ces observations générales sur la culture du bois, qu'il me soit permis de joindre quelques remarques utiles, et qui doivent même précéder toute culture.

Le chêne et le hêtre sont les seuls arbres, à l'exception des pins et de quelques autres de moindre valeur, qu'on puisse semer avec succès dans des terrains incultes. Le hêtre peut être semé dans les terrains légers, la graine ne peut pas sortir dans une terre forte, parce qu'elle pousse au dehors son enveloppe audessus de la tige naissante; ainsi, il lui faut une terre meuble et facile à diviser, sans quoi elle reste et pourrit. Le chêne peut être semé dans presque tous les terrains; toutes les autres espèces d'arbres veulent être semées en pépinière, et ensuite transplantées à l'âge de deux ou trois ans.

Il faut éviter de mettre ensemble les arbres qui ne se conviennent pas, le chêne craint le voisinage des pins, des sapins, des hêtres et de tous les arbres qui poussent de grosses racines dans la profondeur du sol. En général, pour tirer le plus grand avantage d'un terrain, il faut planter ensemble des arbres qui tirent la substance

du fond en poussant leurs racines à une grande profondeur, et d'autres arbres qui puissent tirer leur nourriture presque de la surface de la terre, comme sont les trembles, les tilleuls, les marseaux et les autres dont les racines s'étendent et courent à quelques pouces seulement de profondeur sans pénétrer plus avant.

Lorsqu'on veut semer du bois, il faut attendre une année abondante en glands, non-seulement parce qu'ils sont meilleurs et moins chers, mais encore parce qu'ils ne seront pas dévorés par les oiseaux, les mulots et les sangliers, qui, trouvant abondamment du gland dans les forêts, ne viendront pas attaquer votre semis, ce qui ne manque jamais d'arriver dans des années de disette. On n'imaginerait pas jusqu'à quel point les seuls mulots peuvent détruire un semis; j'en avais fait un, il y a deux ans, de quinze à seize arpens, j'avais semé au mois de novembre; au bout de quelques jours, je m'aperçus que les mulots emportaient tous les glands : ils habitent seuls, ou deux à deux, et quelquefois trois à quatre dans un même trou; je fis découvrir quelques uns de ces trous, et je fus épouvanté de voir dans chacun un demi-boisseau, et souvent un boisseau de glands que ces petits animaux avaient ramassés. Je donnai ordre sur-le-champ qu'on dressât dans ce canton un grand nombre de pièges, où pour toute amorce on mit une noix grillée; en moins de trois semaines de tems on m'apporta près de treize cents mulots. Je ne rapporte ce fait, que pour faire voir combien ils sont nuisibles, et par leur nombre et par leur diligence à serrer autant de glands qu'il peut en entrer dans leurs trous.

Addition aux observations précédentes.

I. Dans un grand terrain très-ingrat et mal situé, où rien ne voulait croître, où le chêne, le hêtre et les autres arbres forestiers que j'avais semés n'avaient pu réussir, où tous ceux que j'avais plantés ne pouvaient s'élever, parce qu'ils étaient tous les ans saisis par les gelées, je fis planter, en 1734, des arbres toujours verts; savoir, une centaine de petits pins [1], autant d'épicéas et de sapins que j'avais élevés dans des caisses pendant trois ans; la plupart des sapins périrent dès la première année, et les épicéas dans les années suivantes; mais les pins ont résisté, et se sont emparés d'eux-mêmes d'un assez grand terrain. Dans les quatre ou cinq premières années, leur accroissement était à peine sensible, on ne les a ni cultivés ni recepés; entièrement abandonnés aux soins de la nature, ils ont commencé au bout de dix ans à se montrer en forme de petits buissons; dix ans après, ces buissons devenus bien plus gros, rapportaient des cônes, dont le vent dispersait les graines au loin: dix ans après, c'est-à-dire, au bout de trente ans, ces buissons avaient pris de la tige, et aujourd'hui, en 1774, c'est-à-dire, au bout de quarante ans, ces pins forment d'assez grands arbres dont les graines ont peuplé le terrain à plus de cent pas de distance de chaque arbre. Comme ces petits pins venus de graine étaient en trop grand nombre, sur-tout dans le voisinage de chaque arbre, j'en ai fait enlever un très-grand nombre pour les transplanter plus loin, de manière qu'aujourd'hui ce terrain, qui contient près de

---

[1] *Pinus silvestris Genevensis.*

quarante arpens, est entièrement couvert de pins et forment un petit bois toujours vert, dans un grand espace qui de tout tems avait été stérile.

Lorsqu'on aura donc des terres ingrates, où le bois refuse de croître; et des parties de terrain situées dans des petits vallons en montagne, où la gelée supprime les rejetons des chênes et des autres arbres qui quittent leurs feuilles, la manière la plus sûre et la moins coûteuse de peupler ces terrains, est d'y planter des jeunes pins à vingt ou vingt-cinq pas les uns des autres. Au bout de trente ans, tout l'espace sera couvert de pins, et, vingt ans après, on jouira du produit de la coupe de ce bois, dont la plantation n'aura presque rien coûté. Et quoique la jouissance de cette espèce de culture soit fort éloignée, la très-petite dépense qu'elle suppose, et la satisfaction de rendre vivantes des terres absolument mortes, sont des motifs suffisans pour déterminer tout père de famille et tout bon citoyen à cette pratique utile pour la postérité; l'intérêt de l'état, et à plus forte raison celui de chaque particulier, est qu'il ne reste aucune terre inculte; celles-ci qui de toutes sont les plus stériles, et paraissent se refuser à toute culture, deviendront néanmoins aussi utiles que les autres. Car un bois de pins peut rapporter autant et peut-être plus qu'un bois ordinaire, et en l'exploitant convenablement devenir un fonds non-seulement aussi fructueux, mais aussi durable qu'aucun autre fonds de bois.

La meilleure manière d'exploiter les taillis ordinaires, est de faire coupe nette en laissant le moins de baliveaux qu'il est possible; il est très-certain que ces baliveaux font plus de tort à l'accroissement des taillis, plus de perte au propriétaire qu'ils ne donnent de bénéfice; et par conséquent il y aurait de l'avantage à les

tous supprimer. Mais, comme l'ordonnance prescrit d'en laisser au moins seize par arpent. les gens les plus soigneux de leurs bois ne pouvant se dispenser de cette servitude mal entendue, ont au moins grande attention n'en pas laisser davantage, et font abattre à chaque coupe subséquente ces baliveaux réservés. Dans un bois de pins, l'exploitation doit se faire tout autrement; comme cette espèce d'arbre ne repousse pas sur souche ni des rejetons au loin, et qu'il ne se propage et multiplie que par les graines qu'il produit tous les ans, qui tombent au pied ou sont transportées par le vent aux environs de chaque arbre, ce serait détruire ce bois que d'en faire coupe nette; il faut y laisser cinquante ou soixante arbres par arpent, ou, pour mieux faire encore, ne couper que la moitié ou le tiers des arbres alternativement, c'est-à-dire, éclaircir seulement le bois d'un tiers ou de moitié, ayant soin de laisser les arbres qui portent le plus de graines; tous les dix ans, on fera, pour ainsi dire, une demi-coupe, ou même on pourra, tous les ans, prendre dans ce taillis le bois dont on aura besoin : cette dernière manière, par laquelle on jouit annuellement d'une partie du produit de son fonds, est de toutes la plus avantageuse.

L'épreuve que je viens de rapporter, a été faite en Bourgogne, dans ma terre de Buffon, audessus des collines les plus froides et les plus stériles; la graine m'était venue des montagnes voisines de Genève, on ne connaissait point cette espèce d'arbre en Bourgogne, qui y est maintenant naturalisé et assez multiplié pour en faire à l'avenir de très-grands cantons de bois dans toutes les terres où les autres arbres ne peuvent réussir. Cette espèce de pin pourra croître et se multiplier avec le même succès dans toutes nos provinces, à l'exception peut-être des plus méridionales, où l'on trouve une

autre espèce de pin, dont les cônes sont plus alongés, et qu'on connaît sous le nom de *pin maritime*, ou *pin de Bordeaux*, comme l'on connaît celui dont j'ai parlé, sous le nom de *pin de Genève*. Je fis venir et semer, il y a trente-deux ans, une assez grande quantité de ces pins de Bordeaux, ils n'ont pas à beaucoup près aussi bien réussi que ceux de Genève; cependant il y en a quelques-uns qui sont même d'une très-belle venue parmi les autres, et qui produisent des graines depuis plusieurs années; mais on ne s'aperçoit pas que ces graines réussissent sans culture, et peuplent les environs de ces arbres, comme les graines du pin de Genève.

A l'égard des sapins et des épicéas dont j'ai voulu faire des bois par cette même méthode si facile et si peu dispendieuse, j'avouerai qu'ayant fait souvent jeter des graines de ces arbres en très-grande quantité dans ces mêmes terres où le pin a si bien réussi, je n'en ai jamais vu le produit, ni même eu la satisfaction d'en voir germer quelques-unes autour des arbres que j'avais fait planter, quoiqu'ils portent des cônes depuis plusieurs années. Il faut donc un autre procédé, ou du moins ajouter quelque chose à celui que je viens de donner, si l'on veut faire des bois de ces deux dernières espèces d'arbres toujours verts.

II. Dans les bois ordinaires, c'est-à-dire, dans ceux qui sont plantés de chênes, de hêtres, de charmes, de frênes, et d'autres arbres dont l'accroissement est plus prompt, tels que les trembles, les bouleux, les marseaux, les coudriers, etc. il y a du bénéfice à faire couper au bout de douze à quinze ans ces dernières espèces d'arbres, dont on peut faire des cercles ou d'autres menus ouvrages; on coupe en même-tems les épines et autres mauvais bois: cette opération ne fait qu'éclaircir le taillis, et bien loin de lui porter préjudice elle en

accélère l'accroissement; le chêne, le hêtre et les autres bons arbres n'en croissent que plus vîte, en sorte qu'il y a le double avantage de tirer d'avance une partie de son revenu par la vente de ces bois blancs, propres à faire des cercles, et de trouver ensuite un taillis tout de bois de bonne essence, et d'un plus gros volume. Mais ce qui peut dégoûter de cette pratique utile, c'est qu'il faudrait, pour ainsi dire, la faire par ses mains; car, en vendant le *cerclage* de ces bois aux bûcherons ou aux petits ouvriers qui emploient cette denrée, on risque toujours la dégradation du taillis, il est presque impossible de les empêcher de couper furtivement des chênes ou d'autres bons arbres, et dès-lors le tort qu'ils vous font, fait une grande déduction sur le bénéfice et quelquefois l'excède.

III. Dans les mauvais terrains, qui n'ont que six pouces ou tout au plus un pied de profondeur, et dont la terre est graveleuse et maigre, on doit faire couper les taillis à seize ou dix-huit ans; dans les terrains médiocres à vingt-trois ou vingt-quatre ans, et dans les meilleurs fonds, il faut les attendre jusqu'à trente: une expérience de quarante ans m'a démontré que ce sont à très-peu près les termes du plus grand profit. Dans mes terres, et dans toutes celles qui les environnent, même à plusieurs lieues de distance, on choisit tout le gros bois, depuis sept pouces de tour et au dessus pour le faire flotter et l'envoyer à Paris, et tout le menu bois est consommé par le chauffage du peuple ou par les forges; mais dans d'autres cantons de la province, où il n'y a point de forges, et où les villages éloignés les uns des autres ne font que peu de consommation, tout le menu bois tomberait en pure perte si l'on n'avait trouvé le moyen d'y remédier en changeant les procédés de l'exploitation. On coupe ces taillis à-peu-

près comme j'ai conseillé de couper les bois de pins, avec cette différence qu'au lieu de laisser les grands arbres, on ne laisse que les petits : cette manière d'exploiter les bois en les *jardinant*, est en usage dans plusieurs endroits; on abat tous les plus beaux brins, et on laisse subsister les autres, qui, dix ans après, sont abattus à leur tour, et ainsi de dix ans en dix ans, ou de douze en douze ans, on a plus de moitié coupe, c'est-à-dire, plus de moitié de produit. Mais cette manière d'exploitation, quoiqu'utile, ne laisse pas d'être sujette à des inconvéniens. On ne peut abattre les plus grands arbres sans faire souffrir les petits; d'ailleurs le bûcheron étant presque toujours mal-à-l'aise, ne peut couper la plupart de ces arbres qu'à un demi-pied, et souvent plus d'un pied audessus de terre, ce qui fait un grand tort aux revenues; ces souches élevées ne poussent jamais des rejetons aussi vigoureux ni en aussi grand nombre que les souches coupées à fleur de terre; et l'une des plus utiles attentions qu'on doive donner à l'exploitation des taillis, est de faire couper tous les arbres le plus près de terre qu'il est possible.

IV. Les bois occupent presque partout le haut des côteaux et les sommets des collines et des montagnes d'une médiocre hauteur. Dans ces espèces de plaines audessus des montagnes, il se trouve des terrains enfoncés, des espèces de vallons secs et froids qu'on appelle des *combes*. Quoique le terrain de ces combes ait ordinairement plus de profondeur, et soit d'une meilleure qualité que celui des parties élevées qui les environnent, le bois néanmoins n'y est jamais aussi beau, il ne pousse qu'un mois plus tard, et souvent il y a de la différence de plus de moitié dans l'accroissement total. A quarante ans, le bois du fond de la combe ne vaut pas plus que celui des côteaux qui l'environnent vaut à vingt

ans. Cette prodigieuse différence est occasionnée par la gelée qui, tous les ans et presque en toute saison, se fait sentir dans ces combes, et supprimant en partie les jeunes rejetons, rend les arbres raffaus, rabougris et galleux. J'ai remarqué dans plusieurs coupes où l'on avait laissé quelques bouquets de bois, que tout ce qui était auprès de ces bouquets et situés à l'abri du vent de nord était entièrement gâté par l'effet de la gelée, tandis que tous les endroits exposés au vent du nord n'étaient point du tout gelés; cette observation me fournit la véritable raison pourquoi les combes et les lieux bas dans les bois, sont si sujets à la gelée, et si tardifs à l'égard des terrains plus élevés, où les bois deviennent très-beaux, quoique souvent la terre y soit moins bonne que dans les combes; c'est parce que l'humidité et les brouillards qui s'élèvent de terre, séjournent dans les combes, s'y condensent, et par ce froid humide occasionnent la gelée; tandis que, sur les lieux plus élevés, les vents divisent et chassent les vapeurs nuisibles, et les empêchent de tomber sur les arbres ou du moins de s'y attacher en aussi grande quantité et en aussi grosses gouttes. Il y a de ces lieux bas où il gèle tous les mois de l'année, aussi le bois n'y vaut jamais rien : j'ai quelquefois parcouru en été la nuit à la chasse de ces différens pays de bois, et je me souviens parfaitement que, sur les lieux élevés, j'avais chaud, mais qu'aussitôt que je descendais dans ces combes un froid vif et inquiétant, quoique sans vent, me saisissait, de sorte que souvent à dix pas de distance on aurait cru changer de climat; des charbonniers qui marchaient nus pieds, trouvaient la terre chaude sur ces éminences, et d'une froidure insupportable dans ces petits vallons. Lorsque ces combes se trouvent situées de manière à être enfilées par les vents froids et humides du nord-ouest, la gelée s'y

fait sentir, même aux mois de juillet et d'août; le bois ne peut y croître, les genièvres même ont bien de la peine à s'y maintenir, et ces combes n'offrent, au lieu d'un beau taillis semblable à ceux qui les environnent, qu'un espace stérile qu'on appelle *un chaume*, et qui diffère d'une friche, en ce qu'on peut rendre celle-ci fertile par la culture, au lieu qu'on ne sait comment cultiver ou peupler ces chaumes qui sont au milieu des bois. Les grains qu'on pourrait y semer sont toujours détruits par les grands froids de l'hiver ou par les gelées du printems, il n'y a guère que le blé noir ou sarazin qui puisse y croître, et encore le produit ne vaut pas la dépense de la culture. Ces terrains restent donc déserts, abandonnés, et sont en pure perte. J'ai une de ces combes au milieu de mes bois, qui seule contient cent cinquante arpens, dont le produit est presque nul. Le succès de ma plantation de pins, qui n'est qu'à une lieue de cette grande combe, m'a déterminé à y planter des jeunes arbres de cette espèce; je n'ai commencé que depuis quelques années, je vois déjà par le progrès de ces jeunes plants, que quelque jour cet espace stérile, de tems immémorial, sera un bois de pins tout aussi fourni que le premier que j'ai décrit.

V. J'ai fait écorcer sur pied des pins, des sapins et d'autres espèces d'arbres toujours verts, j'ai reconnu que ces arbres dépouillés de leur écorce vivent plus long-tems que les chênes auxquels on fait la même opération, et leur bois acquiert de même plus de dureté, plus de force et plus de solidité. Il serait donc très-utile de faire écorcer sur pied les sapins qu'on destine aux mâtures des vaisseaux, en les laissant deux, trois et même quatre ans sécher ainsi sur pied, ils acquerront une force et une durée bien plus grande que dans leur état naturel. Il en est de même de toutes les grosses

pièces de chêne que l'on emploie dans la construction des vaisseaux, elles seraient plus résistantes, plus solides et plus durables si on les tirait d'arbres écorcés et séchés sur pied avant de les abattre.

A l'égard des pièces courbes, il vaut mieux prendre des arbres de brin de la grosseur nécessaire pour faire une seule pièce courbe, que de seier ces courbes dans de plus grosses pièces, celles-ci sont toujours tranchées et faibles, au lieu que les pièces de brin étant courbées dans du sable chaud, conservent presque toute la force de leurs fibres longitudinales : j'ai reconnu, en faisant rompre des courbes de ces deux espèces, qu'il y avait plus d'un tiers de différence dans leur force ; que les courbes tranchées cassaient subitement, et que celles qui avaient été courbées par la chaleur graduée et par une charge constamment appliquée, se rétablissaient presque de niveau, avant que d'éclater et se rompre.

VI. On est dans l'usage de marquer avec un gros marteau, portant empreinte des armes du roi ou des seigneurs particuliers, tous les arbres que l'on veut réserver dans les bois qu'on veut couper ; cette pratique est mauvaise, on enlève l'écorce et une partie de l'aubier avant de donner le coup de marteau ; la blessure ne se cicatrise jamais parfaitement et souvent elle produit un abreuvoir au pied de l'arbre. Plus la tige en est menue, plus le mal est grand. On retrouve, dans l'intérieur d'un arbre de cent ans, les coups de marteau qu'on lui aura donnés à vingt-cinq, cinquante et soixante-quinze ans, et tous ces endroits sont remplis de pourriture, et forment souvent des abreuvoirs ou des fusées en bas ou en haut qui gâtent le pied de l'arbre. Il vaudrait mieux marquer avec une couleur à l'huile les arbres qu'on voudrait réserver, la dépense serait à-peu-près la même, et la couleur ne ferait aucun tort à l'arbre, et durerait au moins pendant tout le tems de l'exploitation.

VII. On trouve communément dans les bois deux espèces de chênes, ou plutôt deux variétés remarquables et différentes l'une de l'autre à plusieurs égards. La première est le chêne à gros gland qui n'est qu'un à un, ou tout au plus deux à deux sur la branche ; l'écorce de ces chênes est blanche et lisse, la feuille grande et large, le bois blanc, liant, très-ferme, et néanmoins très-aisé à fendre. La seconde espèce porte ses glands en bouquets ou trochets comme les noisettes de trois, quatre ou cinq ensemble ; l'écorce en est plus brune et toujours gersée, le bois aussi plus coloré, la feuille plus petite et l'accroissement plus lent. J'ai observé que dans tous les terrains peu profonds, dans toutes les terres maigres, on ne trouve que des chênes à petits glands en trochets, et qu'au contraire on ne voit guère que des chênes à gros glands dans les très-bons terrains. Je ne suis pas assuré que cette variété soit constante et se propage par la graine, mais j'ai reconnu, après avoir semé plusieurs années, une très-grande quantité de ces glands, tantôt indistinctement et mêlés, et d'autres fois séparés, qu'il ne m'est venu que des chênes à petits glands dans les mauvais terrains, et qu'il n'y a que dans quelques endroits de mes meilleures terres où il se trouve des chênes à gros glands. Le bois de ces chênes ressemble si fort à celui du châtaigner par la texture et par la couleur, qu'on les a pris l'un pour l'autre ; c'est sur cette ressemblance qui n'a pas été indiquée, qu'est fondée l'opinion que les charpentes de nos anciennes églises sont de bois de châtaigner : j'ai eu occasion d'en voir quelques-unes, et j'ai reconnu que ces bois prétendus de châtaigner, étaient du chêne blanc à gros glands, dont je viens de parler, qui était autrefois bien plus commun qu'il ne l'est aujourd'hui, par une raison bien simple ; c'est

qu'autrefois, avant que la France ne fût aussi peuplée, il existait une quantité bien plus grande de bois en bon terrain, et par conséquent une bien plus grande quantité de ces chênes, dont le bois ressemble à celui du châtaigner.

Le châtaigner affecte des terrains particuliers, il ne croît point ou vient mal dans toutes les terres dont le fond est de matière calcaire; il y a donc de très-grands cantons et des provinces entières où l'on ne voit point de châtaigners dans les bois, et néanmoins on nous montre dans ces mêmes cantons des charpentes anciennes, qu'on prétend être de châtaigner, et qui sont de l'espèce de chêne dont je viens de parler.

Ayant comparé le bois de ces chênes à gros glands au bois des chênes à petits glands dans un grand nombre d'arbres du même âge, et depuis vingt-cinq ans jusqu'à cent ans et audessus, j'ai reconnu que le chêne à gros glands a constamment plus de cœur et moins d'aubier que le chêne à petits glands dans la proportion du double au simple; si le premier n'a qu'un pouce d'aubier, sur huit pouces de cœur, le second n'aura que sept pouces de cœur, sur deux pouces d'aubier, et ainsi de toutes les autres mesures; d'où il résulte une perte du double lorsqu'on équarrit ces bois, car on ne peut tirer qu'une pièce de sept pouces d'un chêne à petits glands, tandis qu'on tire une pièce de huit pouces d'un chêne à gros glands de même âge et de même grosseur. On ne peut donc recommander assez la conservation et le repeuplement de cette belle espèce de chênes, qui a sur l'espèce commune le plus grand avantage d'un accroissement plus prompt, et dont le bois est non-seulement plus plein, plus fort, mais encore plus élastique. Le trou fait par une balle de mousquet dans une planche de ce chêne, le rétrécit par le ressort du bois de

plus d'un tiers de plus que dans le chêne commun, et c'est une raison de plus de préférer ce bon chêne pour la construction des vaisseaux; le boulet de canon ne le ferait point éclater, et les trous seraient plus aisés à boucher. En général, plus les chênes croissent vîte, plus il forment de cœur et meilleurs ils sont pour le service, à grosseur égale; leur tissu est plus ferme que celui des chênes qui croissent lentement, parce qu'il y a moins de cloisons, moins de séparation entre les couches ligneuses dans le même espace.

OBSERVATIONS

Des différens effets que produisent sur les végétaux les grandes gelées d'hiver et les petites gelées du printems.

Par MM. du Hamel et de Buffon.

La physique des végétaux, qui conduit à la perfection de l'agriculture, est une de ces sciences dont le progrès ne s'augmente que par une multitude d'observations qui ne peuvent être l'ouvrage ni d'un homme seul ni d'un tems borné. Aussi ces observations ne passent-elles guère pour certaines lorsqu'elles ont été répétées et combinées en différens lieux, en différentes personnes qui aient eu les mêmes idées. Ç'a été dans cette vue que nous nous sommes joints, M. de Buffon et moi, pour travailler de concert à l'éclaircissement d'un nombre de phénomènes difficiles à expliquer dans cette partie de l'histoire de la nature, de la connaissance desquels il peut résulter une infinité de choses utiles dans la pratique de l'agriculture.

Les grains périrent entièrement, quelques espèces d'arbres, comme les noyers, périrent aussi sans ressource; d'autres, comme les oliviers et presque tous les arbres fruitiers furent moins maltraités, ils repoussèrent de dessus leur souche, leurs racines n'ayant point été endommagées. Enfin plusieurs grands arbres plus vigoureux poussèrent au printems presque sur toutes leurs branches, et ne parurent pas en avoir beaucoup souffert.

Nous ferons cependant remarquer dans la suite les dommages réels et irréparables que cet hiver leur a causés.

Une gelée qui nous prive des choses les plus nécessaires à la vie, qui fait périr entièrement plusieurs espèces d'arbres utiles, et n'en laisse presque aucun qui ne se ressente de sa rigueur, est certainement des plus redoutables; ainsi, nous avons tout à craindre des grandes gelées qui viennent pendant l'hiver, et qui nous réduiraient aux dernières extrémités si nous en ressentions plus souvent les effets; mais heureusement on ne peut citer que deux ou trois hivers qui, comme celui de l'année de 1709, aient produit une calamité si générale.

Les plus grands désordres que causent jamais les gelées du printems, ne portent pas à beaucoup près sur des choses aussi essentielles, quoiqu'elles endommagent les grains, et principalement le seigle lorsqu'il est nouvellement épié et en lait: on n'a jamais vu que cela ait produit de grandes disettes; elles n'affectent pas les parties les plus solides des arbres, leur tronc ni leurs branches, mais elles détruisent totalement leurs productions, et nous privent de récoltes de vins et de fruits, et par la suppression des nouveaux bourgeons, elles causent un dommage considérable aux forêts.

Ainsi, quoiqu'il y ait quelques exemples que la gelée d'hiver nous ait réduits à manquer de pain, et à être privés pendant plusieurs années d'une infinité de choses utiles que nous fournissent les végétaux; le dommage que caufent les gelées du printems nous devient encore plus important, parce qu'elles nous affligent beaucoup plus fréquemment; car, comme il arrive presque tous les ans quelques gelées en cette saison, il est rare qu'elles ne diminuent nos revenus.

A ne considérer que les effets de la gelée, même très-superficiellement, on aperçoit déjà que ceux que pro-

duisent les fortes gelées d'hiver, sont très-différens de ceux qui sont occasionnés par les gelées du printems, puisque les unes attaquent le corps même et les parties les plus solides des arbres, au lieu que les autres détruisent simplement leurs productions, et s'opposent à leurs accroissemens. C'est ce qui sera plus amplement prouvé dans la suite de ce mémoire.

Mais nous ferons voir en même tems qu'elles agissent dans des circonstances bien différentes, et que ce ne sont pas toujours les terrois, les expositions et les situations où l'on remarque que les gelées d'hiver ont produit de plus grands désordres, qui souffrent le plus des gelées du primtems.

On conçoit bien que nous n'avons pas pu parvenir à faire cette distinction des effets de la gelée qu'en rassemblant beaucoup d'observations qui rempliront la plus grande partie de ce mémoire. Mais seraient-elles simplement curieuses, et n'auraient-elles d'utilité que pour ceux qui voudraient rechercher la cause physique de la gelée? Nous espérons de plus qu'elles seront profitables à l'agriculture, et que, si elles ne nous mettent pas à portée de nous garantir entièrement des torts que nous fait la gelée, elles nous donneront des moyens pour en parer une partie : c'est ce que nous aurons soin de faire sentir à mesure que nos observations nous en fourniront l'occasion. Il faut donc en donner le détail, que nous commencerons par ce qui regarde les grandes gelées d'hiver; nous parlerons ensuite des gelées du printems.

Nous ne pouvons pas raisonner avec autant de certitude des gelées d'hiver que de celles du printems, parce que, comme nous l'avons déjà dit, on est assez heureux pour n'éprouver que rarement leurs tristes effets.

La plupart des arbres étant dans cette saison dépouillés de fleurs, de fruits et de feuilles, ont ordinairement leurs bourgeons endurcis et en état de supporter des gelées assez fortes, à moins que l'été précédent n'ait été frais; car en ce cas les bourgeons n'étant pas parvenus à ce degré de maturité, que les jardiniers appellent *aoûtés*, ils sont hors d'état de résister aux plus médiocres gelées d'hiver; mais ce n'est pas l'ordinaire, et le plus souvent les bourgeons mûrissent avant l'hiver, et les arbres supportent les rigueurs de cette saison sans en être endommagés, à moins qu'il ne vienne des froids excessifs, joints à des circonstances fâcheuses, dont nous parlerons dans la suite.

Nous avons cependant trouvé dans les forêts beaucoup d'arbres attaqués de défauts considérables, qui ont certainement été produits par les fortes gelées dont nous venons de parler, et particulièrement par celle de 1709; car, quoique cette énorme gelée commence à être assez ancienne, elle a produit dans les arbres qu'elle n'a pas entièrement détruits, des défauts qui ne s'effaceront jamais.

Ces défauts sont, 1°. des gerces qui suivent la direction des fibres, et que les gens de forêts appellent *gelivures*:

2°. Une portion de bois mort renfermée dans le bon bois, ce que quelques forestiers appellent *la gèlivure entrelardée.*

Enfin le double aubier qui est une couronne entière de bois imparfait, remplie et recouverte par de bon bois; il faut détailler ces défauts, et dire d'où ils procèdent. Nous allons commencer par ce qui regarde le double aubier.

L'aubier est, comme l'on sait, une couronne ou une ceinture plus ou moins épaisse de bois blanc et imparfait,

qui, dans presque tous les arbres, se distingue aisément du bois parfait, qu'on appelle le *cœur*, par la différence de sa couleur et de sa dureté. Il se trouve immédiatement sous l'écorce, et il enveloppe le bois parfait, qui, dans les arbres sains, est à-peu-près de la même couleur, depuis la circonférence jusqu'au centre; mais dans ceux dont nous voulons parler, le bois parfait se trouve séparé par une seconde couronne de bois blanc, en sorte que sur la coupe du tronc d'un de ces arbres, on voit alternativement une couronne d'aubier, puis une de bois parfait, ensuite une seconde couronne d'aubier, et enfin un massif de bois parfait. Ce défaut est plus ou moins grand, et plus ou moins commun, selon les différens terrains et les différentes situations; dans les terres fortes et dans le touffu des forêts, il est plus rare et moins considérable que dans les clairières et dans les terres légères.

A la seule inspection de ces couronnes de bois blanc, que nous appellerons dans la suite le *faux aubier*, on voit qu'elles sont de mauvaise qualité; cependant, pour en être plus certain, M. de Buffon en a fait faire plusieurs petits soliveaux de deux pieds de longueur, sur neuf à dix lignes d'équarrissage, et en ayant fait faire de pareils de véritable aubier, il a fait rompre les uns et les autres en les chargeant dans leur milieu, et ceux de faux aubier ont toujours rompu sous un moindre poids que ceux du véritable aubier, quoique, comme l'on sait, la force de l'aubier soit très-petite en comparaison de celle du bois formé.

Il a ensuite pris plusieurs morceaux de ces deux espèces d'aubier, il les a pesés dans l'air et ensuite dans l'eau, et il a trouvé que la pesanteur spécifique le l'aubier naturel était toujours plus grande que celle du faux aubier. Il a fait ensuite la même expérience avec le

bois du centre de ces mêmes arbres, pour le comparer à celui de la couronne qui se trouve entre les deux aubiers, et il a reconnu que la différence était à-peu-près celle qui se trouve naturellement entre la pesanteur du bois du centre de tous les arbres et celle de la circonférence; ainsi, tout ce qui est devenu bois parfait dans ces arbres défectueux, s'est trouvé à-peu-près dans l'ordre ordinaire. Mais il n'en est pas de même du faux aubier, puisque, comme le prouvent les expériences que nous venons de rapporter, il est plus faible, plus tendre et plus léger que le vrai aubier, quoiqu'il ait été formé vingt et vingt-cinq ans auparavant, ce que nous avons reconnu en comptant les cercles annuels, tant de l'aubier que du bois qui recouvre ce faux aubier; et cette observation, que nous avons répétée sur nombre d'arbres, prouve incontestablement que ce défaut est une suite du grand froid de 1709 : car il ne faut pas être surpris de trouver toujours quelques couches de moins que le nombre des années qui se sont écoulées depuis 1709, non-seulement parce qu'on ne peut jamais avoir, par le nombre des couches ligneuses, l'âge des arbres qu'à trois ou quatre années près, mais encore parce que les premières couches ligneuses qui se sont formées depuis 1709, étaient si minces et si confuses, qu'on ne peut les distinguer bien exactement.

Il est encore sûr que c'est la portion de l'arbre qui était en aubier dans le tems de la grande gelée de 1709, qui, au lieu de se perfectionner et de se convertir en bois, est au contraire devenue plus défectueuse; on n'en peut pas donner après les expériences que M. de Buffon a faites pour s'assurer de la qualité de ce faux aubier.

D'ailleurs il est plus naturel de penser que l'aubier doit plus souffrir des grandes gelées que le bois formé, non-seulement parce qu'étant à l'extérieur de l'arbre, il

est plus exposé au froid, mais encore parce qu'il contient plus de sève, et que les fibres sont plus tendres et plus délicats que celles du bois. Tout cela paraît d'abord souffrir peu de difficulté; cependant on pourrait objecter l'observation rapportée dans l'histoire de l'académie, *année* 1710, par laquelle il paraît qu'en 1709 les jeunes arbres ont mieux supporté le grand froid que les vieux arbres; mais, comme le fait que nous venons de rapporter est certain, il faut bien qu'il y ait quelque différence entre les parties organiques, les vaisseaux, les fibres, les vésicules, etc. de l'aubier des vieux arbres et de celui des jeunes : elles seront peut-être plus souples, plus capables de prêter dans ceux-ci que dans les vieux, de telle sorte, qu'une force qui sera capable de faire rompre les unes, ne fera que dilater les choses que les yeux ne peuvent apercevoir, et dont l'esprit reste peu satisfait, nous passerons plus légèrement sur ces conjectures, et nous nous contenterons des faits que nous avons bien observés. Cet aubier a donc beaucoup souffert de la gelée, c'est une chose incontestable, mais a-t il entièrement désorganisé? il pourrait l'être sans qu'il s'en fût suivi la mort de l'arbre, pourvu que l'écorce fût restée saine, la végétation aurait pu continuer. On voit tous les jours des saules et des ormes qui ne subsistent que par leur écorce : et la même chose s'est vue long-tems à la pépinière du Roule sur un oranger qui n'a péri que depuis quelques années.

Mais nous ne croyons pas que le faux aubier dont nous parlons soit mort, il m'a toujours paru être dans un état bien différent de l'aubier qu'on trouve dans les arbres qui sont attaqués de la gelivure entrelacée, et dont nous parlerons dans un moment; il a aussi paru de même à M. de Buffon, lorsqu'il en a fait faire des soli-

veaux et des cubes, pour les expériences que nous avons rapportées; et d'ailleurs s'il eût été désorganisé, comme il s'étend sur toute la circonférence des arbres, il aurait interrompu le mouvement latéral de la sève, et le bois du centre qui se serait trouvé recouvert par cette enveloppe d'aubier mort, n'aurait pas pu végéter, il serait mort aussi, et se serait altéré, ce qui n'est pas arrivé, comme le prouve l'expérience de M. de Buffon, que je pourrais confirmer par plusieurs que j'ai exécutées avec soin, mais dont je ne parlerai pas pour le présent, parce qu'elles ont été faites dans d'autres vues; cependant on ne conçoit pas aisément comment cet aubier a pu être altéré au point de ne pouvoir se convertir en bois, et que bien loin qu'il soit mort, il ait même été en état de fournir de la sève aux couches ligneuses qui se sont formées pardessus dans un état de perfection, qu'on peut comparer aux bois des arbres qui n'ont souffert aucun accident. Il faut bien cependant que la chose se soit passée ainsi, et que le grand hiver ait causé une maladie incurable à cet aubier, car s'il était mort aussi bien que l'écorce qui le recouvre, il n'est pas douteux que l'arbre aurait péri entièrement; c'est ce qui est arrivé en 1796, à plusieurs arbres dont l'écorce s'est détachée, qui, par un reste de sève qui était dans leur tronc, ont poussé au printems, mais qui sont morts d'épuisement avant l'automne, faute de recevoir assez de nourriture pour subsister.

Nous avons trouvé de ces faux aubiers qui étaient plus épais d'un côté que d'un autre, ce qui s'accorde à merveille avec l'état le plus ordinaire de l'aubier. Nous en avons aussi trouvé de très-minces, apparemment qu'il n'y avait eu que quelques couches d'aubier d'endommagées. Tous ces faux aubiers ne sont pas de la même couleur, et n'ont pas souffert une altération

égale, ils ne sont pas aussi mauvais les uns que les autres, et cela s'accorde à merveille avec ce que nous avons dit plus haut. Enfin nous avons fait fouiller au pied de quelques-uns de ces arbres, pour voir si ce même défaut existait aussi dans les racines, mais nous les avons trouvées très-saines; ainsi, il est probable que la terre qui les recouvrait les avait garanties du grand froid.

Voilà donc un effet des plus fâcheux des gelées d'hiver, qui, pour être renfermé dans l'intérieur des arbres, n'en est pas moins à craindre, puisqu'il rend les arbres qui en sont attaqués, presque inutiles pour toutes sortes d'ouvrages; mais, outre cela, il est très-fréquent, et on a toutes les peines du monde à trouver quelques arbres qui en soient totalement exempts; cependant on doit conclure des observations que nous venons de rapporter, que tous les arbres dont le bois ne suit pas une nuance réglée depuis le centre où il doit être d'une couleur plus foncée jusqu'auprès de l'aubier, où la couleur s'éclaircit un peu, doivent être soupçonnés de quelques défauts, et même être entièrement rebutés pour les ouvrages de conséquence, si la différence est considérable. Disons maintenant un mot de cet autre défaut, que nous avons appelé *la gelivure entrelardée*.

En sciant horizontalement des pieds d'arbres, on aperçoit quelquefois un morceau d'aubier mort et d'écorce desséchée, qui sont entièrement recouverts par le bois vif. Cet aubier mort occupe à-peu-près le quart de la circonférence dans l'endroit du tronc où il se trouve; il est quelquefois plus brun que le bon bois, et d'autres fois presque blanchâtre Ce défaut se trouve plus fréquemment sur les côteaux exposés au midi, que partout ailleurs. Enfin par la profondeur où cet aubier se trouve dans le tronc, il paraît dans beaucoup d'ar-

bres avoir péri en 1709, et nous croyons qu'il est dans tous une suite des grandes gelées d'hiver, qui ont fait entièrement périr une portion d'aubier et d'écorce, qui ont ensuite été recouverts par le nouveau bois, et cet aubier mort se trouve presque toujours à l'exposition du midi, parce que le soleil venant à fondre la glace de ce côté, il en résulte une humidité qui regèle de nouveau et sitôt après que le soleil a disparu, ce qui forme un verglas qui, comme l'on sait, cause un préjudice considérable aux arbres. Ce défaut n'occupe pas ordinairement toute la longueur du tronc, de sorte que nous avons vu des pièces équarries qui paraissaient très-saines, et que l'on n'a reconnu attaquées de cette gelivure que quand on les a eu refendues, pour en faire des planches ou des membrières. Si on les eût employées de toute leur grosseur, on les aurait cru exemptes de tous défauts. On conçoit cependant combien un tel vice dans leur intérieur doit diminuer leur force, et précipiter leur dépérissement.

Nous avons dit encore que les fortes gelées d'hiver, faisaient quelquefois fendre les arbres suivant la direction de leurs fibres, et même avec bruit; ainsi, il nous reste à rapporter les observations que nous avons pu faire sur cet accident.

On trouve dans les forêts des arbres qui, ayant été fendus suivant la direction de leurs fibres, sont marqués d'un arête qui est formée par la cicatrice qui a recouvert ces gerçures, qui restent dans l'intérieur de ces arbres sans se réunir, parce que, comme nous le prouverons dans une autre occasion, il ne se forme jamais de réunion dans les fibres ligneuses sitôt qu'elles ont été séparées ou rompues. Tous les ouvriers regardent toutes ces fentes comme l'effet des gelées d'hiver, c'est pourquoi ils appellent des gelivures, toutes les gerçures

qu'ils aperçoivent dans les arbres. Il n'est pas douteux que la sève qui augmente de volume lorsqu'elle vient à geler, comme font toutes les liqueurs aqueuses, peut produire plusieurs de ces gerçures ; mais nous croyons qu'il y en a aussi qui sont indépendantes de la gelée, et qui sont occasionnées par une trop grande abondance de sève.

Quoi qu'il en soit, nous avons trouvé de ces défectuosités dans tous les terroirs et à toutes les expositions, mais plus fréquemment qu'ailleurs dans les terroirs humides, et aux expositions du nord et du couchant : peut-être cela vient-il dans un cas de ce que le froid est plus violent à ces expositions, et dans l'autre, de ce que les arbres qui sont dans les terroirs marécageux, ont le tissu de leurs fibres ligneuses plus faible et plus rare, et de ce que leur sève est plus abondante et plus aqueuse que dans les terroirs secs, ce qui fait que l'effet de la raréfaction des liqueurs par la gelée, est plus sensible, et d'autant plus en état de désunir les fibres ligneuses, qu'elles y apportent moins de résistance.

Ce raisonnement paraît être confirmé par une autre observation, c'est que les arbres résineux, comme le sapin, sont rarement endommagés par les grandes gelées, ce qui peut venir de ce que leur sève est résineuse; car on sait que les huiles ne gèlent pas parfaitement, et qu'au lieu d'augmenter de volume à la gelée, comme l'eau, elles en diminuent lorsqu'elles se figent.

Au reste, nous avons scié plusieurs arbres attaqués de cette maladie, et nous avons presque toujours trouvé, sous la cicatrice proéminente dont nous avons parlé, un dépôt de sève ou de bois pourri, et elle ne se distingue de ce qu'on appelle dans les forêts *des abreuvoirs* ou *des gouttières*, que parce que ces défauts, qui viennent d'une altération des fibres ligneuses qui s'est pro-

duite intérieurement, n'a occasionné aucune cicatrice qui change la forme extérieure des arbres, au lieu que les gelivures, qui viennent d'une gerçure qui s'est étendue à l'extérieur, et qui s'est ensuite recouverte par une cicatrice, forment une arête ou une éminence en forme de corde qui annonce le vice intérieur.

Les grandes gelées d'hiver, produisent sans doute bien d'autres dommages aux arbres, et nous avons encore remarqué plusieurs défauts que nous pourrions leur attribuer avec beaucoup de vraisemblance; mais comme nous n'avons pas pu nous en convaincre pleinement, nous n'ajouterons rien à ce que nous venons de dire, et nous passerons aux observations que nous avons faites sur les gelées du printems, après avoir dit un mot des avantages et des désavantages des différentes expositions par rapport à la gelée; car cette quesion est trop intéressante à l'agriculture, pour ne pas essayer de l'éclaircir, d'autant que les auteurs se trouvent dans des oppositions de sentimens plus capables de faire naître des doutes, que d'augmenter nos connaissances; les uns prétendent que la gelée se fait sentir plus vivement à l'exposition du nord, les autres voulant que ce soit à celle du midi ou du couchant; et tous ces avis ne sont fondés sur aucune observation. Nous sentons cependant bien ce qui a pu partager ainsi les sentimens, et c'est ce qui nous a mis à portée de les concilier. Mais, avant que de rapporter les observations et les expériences qui nous y ont conduits, il est bon de donner une idée plus exacte de la question.

Il n'est pas douteux que c'est à l'exposition du nord qu'il fait le plus grand froid, elle est à l'abri du soleil, qui peut seul, dans les grandes gelées, tempérer la rigueur du froid; d'ailleurs elle est exposée au vent de nord, de nord-est et de nord-ouest, qui sont les plus

froids de tous, non-seulement à en juger par les effets que ces vents produisent sur nous, mais encore par la liqueur des thermomètres dont la décision est bien plus certaine.

Aussi voyons-nous, le long de nos espaliers, que la terre est souvent gelée et endurcie toute la journée au nord, pendant qu'elle est meuble, et qu'on la peut labourer au midi.

Quand, après cela, il succède une forte gelée pendant la nuit, il est clair qu'il doit faire bien plus froid dans l'endroit où il y a déjà de la glace, que dans celui où la terre aura été échauffée par le soleil; c'est aussi pour cela que même dans les pays chauds, on trouve encore de la neige à l'exposition du nord, sur les revers des hautes montagnes; d'ailleurs la liqueur du thermomètre se tient toujours plus bas à l'exposition du nord qu'à celle du midi; ainsi, il est incontestable qu'il y fait plus froid et qu'il y gèle plus fort.

En faut-il davantage pour faire conclure que la gelée doit faire plus de désordre à cette exposition qu'à celle du midi? et on se confirmera dans ce sentiment par l'observation que nous avons faite de la gelivure simple, que nous avons trouvée en plus grande quantité à cette exposition qu'à toutes les autres.

Effectivement il est sûr que tous les accidens qui dépendront uniquement de la grande force de la gelée, tels que celui dont nous venons de parler, se trouveront plus fréquemment à l'exposition du nord que partout ailleurs. Mais est-ce toujours la grande force de la gelée qui endommage les arbres, et n'y a-t il pas des accidens particuliers qui font qu'une gelée médiocre leur cause beaucoup plus de préjudice que ne font les gelées beaucoup plus violentes quand elles arrivent dans des circonstances heureuses?

Nous en avons déjà donné un exemple en parlant de la gelivure entrelardée, qui est produite par le verglas, et qui se trouve plus fréquemment à l'exposition du midi qu'à toutes les autres, et l'on se souvient bien encore qu'une partie des désordres qu'a produit l'hiver de 1709, doit être attribué à un faux dégel, qui fut suivi d'une gelée encore plus forte que celle qui l'avait précédé; mais les observations que nous avons faites sur les effets des gelées du printems, nous fournissent beaucoup d'exemples pareils, qui prouvent incontestablement que ce n'est pas aux expositions où il gèle le plus fort, et où il fait le plus grand froid, que la gelée fait le plus de tort aux végétaux; nous en allons donner le détail, qui va rendre sensible la proposition générale que nous venons d'avancer, et nous commencerons par une expérience que M de Buffon a fait exécuter en grand dans ses bois, qui sont situés près de Montbard en Bourgogne.

Il a fait couper, dans le courant de l'hiver 1734, un bois taillis de sept à huit arpens, situé dans un lieu sec, sur un terrain plat, bien découvert et environné de tous côtés de terres labourables. Il a laissé dans ce même bois, plusieurs petits bouquets quarrés sans les abattre, et qui étaient orientés de façon que chaque face regardait exactement le midi, le nord, le levant et le couchant. Après avoir bien fait nettoyer la coupe, il a observé avec soin, au printems, l'accroissement du jeune bourgeon, principalement autour des bouquets réservés : au 20 avril, il avait poussé sensiblement dans les endroits exposés au midi, et qui par conséquent, étaient à l'abri du vent du nord par les bouquets; c'est donc en cet endroit que les bourgeons poussèrent les premiers et parurent les plus vigoureux. Ceux qui étaient à l'exposition du levant parurent ensuite, puis ceux de l'ex-

position du couchant, et enfin ceux de l'exposition du nord.

Le 28 avril, la gelée se fit sentir très-vivement le matin, par un vent du nord, le ciel étant fort serein et l'air fort sec, sur-tout depuis trois jours.

Il alla voir en quel état étaient les bourgeons autour des bouquets, et il les trouva gâtés et absolument noircis dans tous les endroits qui étaient exposés au midi et à l'abri du vent du nord, au lieu que ceux qui étaient exposés au vent froid du nord qui soufflait encore, n'était que légèrement endommagés, et il fit la même observation autour de tous les bouquets qu'il avait fait réserver. A l'égard des expositions du levant et du couchant, elles étaient ce jour-là, à-peu-près également endommagées.

Les 14, 15 et 22 mai, qu'il gela assez vivement par les vents de nord et de nord-ouest, il observa pareillement que tout ce qui était à l'abri du vent par les bouquets, était très-endommagé, tandis que ce qui avait été exposé au vent, avait très-peu souffert. Cette expérience nous paraît décisive, et fait voir que, quoiqu'il gèle plus fort aux endroits exposés au vent de nord qu'aux autres, la gelée y fait cependant moins de tort aux végétaux.

Ce fait est assez opposé au préjugé ordinaire, mais il n'en est pas moins certain, et même il est aisé à expliquer; il suffit pour cela de faire attention aux circonstauces dans lesquelles la gelée agit et on reconnaîtra que l'humidité est la principale cause de ses effets, en sorte que tout ce qui peut occasionner cette humidité, rend en même-tems la gelée dangereuse pour les végétaux, et tout ce qui dissipe l'humidité, quand même ce serait en augmentant le froid, ce qui dessèche diminue les désordres de la gelée. Ce fait va être confirmé par quantité d'observations.

Nous avons souvent remarqué que dans les endroits bas, et où il règne des brouillards, la gelée se fait sentir plus vivement et plus souvent qu'ailleurs.

Nous avons, par exemple, vu en automne et au printems, les plantes délicates gelées dans un jardin potager qui est situé sur le bord d'une rivière, tandis que les mêmes plantes se conservaient bien dans un autre potager qui est situé sur la hauteur; de même dans les vallons et les lieux bas des forêts, le bois n'est jamais d'une belle venue, ni d'une bonne qualité, quoique souvent ces vallons soient sur un meilleur fonds que le reste du terrain. Le taillis n'est jamais beau dans les endroits bas; et quoiqu'il y pousse plus tard qu'ailleurs, à cause d'une fraîcheur qui est toujours concentrée, et que M. de Buffon m'a assuré avoir remarqué même l'été en se promenant la nuit dans les bois, car il y sentait sur les éminences presque autant de chaleur que dans les campagnes découvertes, et dans les vallons il était saisi d'un froid vif et inquiétant; quoique dis-je, le bois y pousse plus tard qu'ailleurs, ces pousses sont encore endommagées par la gelée, qui en gâtant les principaux jets, oblige les arbres à pousser des branches latérales, ce qui rend les taillis rabougris et hors d'état de faire jamais de beaux arbres de service; et ce que nous venons de dire ne se doit pas seulement entendre des profondes vallées, qui sont si susceptibles de ces inconvéniens qu'on en remarque d'exposées au nord et fermées du côté du midi en cul-de-sac, dans lesquelles il gèle souvent les douze mois de l'année, mais on remarquera encore la même chose dans les plus petites vallées, de sorte qu'avec un peu d'habitude on peut reconnaître simplement, à la mauvaise figure du taillis la pente du terrain : c'est aussi ce que j'ai remarqué plusieurs fois, et M. de Buffon l'a particulièrement observé le 28 avril 1734, car

ce jour-là les bourgeons de tous les taillis d'un an, jusqu'à six et sept, étaient gelés dans tous les lieux bas, au lieu que, dans les endroits élevés et découverts, il n'y avait que les rejets près de terre qui fussent gâtés. La terre était alors fort sèche, et l'humidité de l'air ne lui parut pas avoir beaucoup contribué à ce dommage; les vignes non plus que les noyers de la campagne ne gelèrent pas : cela pourrait faire croire qu'ils sont moins délicats que le chêne; mais nous pensons qu'il faut attribuer cela à l'humidité qui est toujours plus grande dans les bois que dans le reste des campagnes, car nous avons remarqué que souvent les chênes sont fort endommagés de la gelée dans les forêts, pendant que ceux qui sont dans les haies ne le sont point du tout.

Dans le mois de mai 1736, nous avons encore eu occasion de répéter deux fois cette observation, qui a même été accompagnée de circonstances particulières, mais dont nous sommes obligés de remettre le détail à un autre endroit de ce mémoire, pour en faire mieux sentir la singularité.

Les grands bois peuvent rendre les taillis, qui sont dans leur voisinage, dans le même état qu'ils seraient dans le fond d'une vallée; aussi avons-nous remarqué que le long et près des lisières de grands bois, les taillis sont plus souvent endommagés par la gelée que dans les endroits qui en sont éloignés; comme dans le milieu des taillis et dans les bois où on laisse un grand nombre de baliveaux, elle se fait sentir avec bien plus de force que dans ceux qui sont plus découverts. Or tous les désordres dont nous venons de parler, soit à l'égard des vallées, soit pour ce qui se trouve le long des grands bois ou à couvert par les baliveaux, ne sont plus considérables dans ces endroits que dans les autres que parce que le vent et le soleil ne pouvant dissi-

per la transpiration de la terre et des plantes, il y reste une humidité considérable, qui, comme nous l'avons dit, cause un très-grand préjudice aux plantes.

Aussi remarque-t-on que la gelée n'est jamais plus à craindre pour la vigne, les fleurs, les bourgeons des arbres, etc. que lorsqu'elle succède à des brouillards, ou même à une pluie, quelque légère qu'elle soit; toutes ces plantes supportent des froids très-considérables sans en être endommagées lorsqu'il y a quelque tems qu'il n'a plu, et que la terre est fort sèche, comme nous l'avons encore éprouvé ce printems dernier.

C'est principalement pour cette même raison que la gelée agit plus puissamment dans les endroits qu'on a fraîchement labourés qu'ailleurs, et cela parce que les vapeurs qui s'élèvent continuellement de la terre, transpirent plus librement et plus abondamment des terres nouvellement labourées que des autres; il faut néanmoins ajouter à cette raison, que les plantes fraîchement labourées, poussent plus vigoureusement que les autres, ce qui les rend plus sensibles aux effets de la gelée.

De même, nous avons remarqué que, dans les terrains légers et sablonneux, la gelée fait plus de dégâts que dans les terres fortes, en les supposant également sèches, sans doute parce qu'ils sont plus hâtifs, et encore plus parce qu'il s'échappe plus d'exhalaisons de ces sortes de terres que des autres, comme nous le prouverons ailleurs; et si une vigne nouvellement fumée est plus sujette à être endommagée de la gelée qu'une autre, n'est-ce pas à cause de l'humidité qui s'échappe des fumiers?

Un sillon de vigne qui est le long d'un champ de sainfoin ou de pois, etc. est souvent tout perdu de la gelée lorsque le reste de la vigne est très-sain, ce qui doit

certainement être attribué à la transpiration du sain foin ou des autres plantes qui portent une humidité sur les pousses de la vigne.

Aussi, dans la vigne, les verges qui sont de long sarmant, qu'on ménage en taillant, sont-elles toujours moins endommagées que la souche, sur-tout quand n'étant pas attachées à l'échalas elles sont agitées par le vent qui ne tarde pas de les dessécher.

La même chose se remarque dans les bois, et j'ai souvent vu dans les taillis tous les bourgeons latéraux d'une souche entièrement gâtés par la gelée, pendant que les rejetons supérieurs n'avaient pas souffert, mais M. de Buffon a fait cette même observation avec plus d'exactitude; il lui a toujours paru que la gelée faisait plus de tort à un pied de terre qu'à deux, à deux qu'à trois, de sorte qu'il faut qu'elle soit bien violente pour gâter les bourgeons au dessus de quatre pieds.

Toutes ces observations, qu'on peut regarder comme très-constantes, s'accordent donc à prouver que le plus souvent ce n'est pas le grand froid qui endommage les plantes chargées d'humidité, ce qui explique à merveille pourquoi elle fait tant de désordres à l'exposition du midi, quoiqu'il y fasse moins froid qu'à celle du nord, et de même la gelée cause plus de dommage à l'exposition du couchant qu'à toutes les autres, quand, après une pluie du vent d'ouest, le vent tourne au nord vers le soleil couché, comme cela arrive assez fréquemment au printems, ou quand, par un vent d'est, il s'élève un brouillard froid avant le lever du soleil, ce qui n'est pas si ordinaire.

Il y a aussi des circonstances où la gelée fait plus de tort à l'exposition du levant qu'à toutes les autres; mais, comme nous avons plusieurs observations sur cela, nous rapporterons auparavant celle que nous avons

faite sur la gelée du printems de 1736, qui nous a fait tant de tort l'année dernière. Comme il faisait très-sec ce printems, il a gelé fort long-tems sans que cela ait endommagé les vignes; mais il n'en était pas de même dans les forêts, apparemment parce qu'il s'y conserve toujours plus d'humidité qu'ailleurs; en Bourgogne, de même que dans la forêt d'Orléans, les taillis furent endommagés de fort bonne heure. Enfin la gelée augmenta si fort, que toutes les vignes furent perdues malgré la sécheresse qui continuait toujours; mais au lieu que c'est ordinairement à l'abri du vent que la gelée fait plus de dommage, au contraire, dans le printems dernier, les endroits abrités ont été les seuls qui aient été conservés, de sorte que, dans plusieurs clos de vignes entourés de murailles, on voyait les souches le long de l'exposition du midi être assez vertes pendant que toutes les autres étaient sèches comme en hiver, et nous avons eu deux cantons de vignes d'épargnés, l'un parce qu'il était abrité du vent du nord par une pépinière d'ormes, et l'autre parce que la vigne était remplie de beaucoup d'arbres fruitiers.

Mais cet effet est rare, et cela n'est arrivé que parce qu'il faisait fort sec, et que les vignes ont résisté jusqu'à ce que la gelée soit devenue si forte pour la saison, qu'elle pouvait endommager les plantes indépendamment de l'humidité extérieure; et, comme nous l'avons dit, quand la gelée endommage les plantes indépendamment de cette humidité, et d'autres circonstances particulières, c'est à l'exposition du nord qu'elle fait le plus de dommage, parce que c'est à cette exposition qu'il fait plus de froid.

Mais il nous semble encore apercevoir une autre cause des désordres que la gelée produit plus fréquemment à des expositions qu'à d'autres, au levant, par exemple,

plus qu'au couchant ; elle est fondée sur l'observation suivante, qui est aussi constante que les précédentes.

Une gelée assez vive ne cause aucun préjudice aux plantes quand elle fond avant que le soleil les ait frappées ; qu'il gèle la nuit, si le matin le tems est couvert, s'il tombe une petite pluie, en un mot, si, par quelque cause que ce puisse être, la glace fond doucement et indépendamment de l'action du soleil, ordinairement elle ne les endommage pas : et nous avons souvent sauvé des plantes assez délicates qui étaient par hasard restées à la gelée, en les rentrant dans la serre, avant le lever du soleil, ou simplement en les couvrant, avant que le soleil eût donné dessus.

Une fois entr'autres, il était survenu en automne une gelée très-forte pendant que nos orangers étaient dehors, et comme il était tombé de la pluie la veille, ils étaient tous couverts de verglas ; on leur sauva cet accident en les couvrant avec des draps avant le soleil levé, de sorte qu'il n'y eut que les jeunes fruits et les pousses les plus tendres qui en furent endommagés ; encore sommes-nous persuadés qu'ils ne l'auraient pas été si la couverture avait été plus épaisse.

De même une autre année nos *geranium*, et plusieurs autres plantes qui craignent le verglas, étaient dehors lorsque tout-à-coup le vent qui était sud-ouest se mit au nord, et fut si froid, que toute l'eau d'une pluie abondante qui tombait se gelait, et dans un instant tout ce qui était exposé fut couvert de glace; nous crûmes toutes nos plantes perdues, cependant nous les fîmes porter dans le fond de la serre, et nous fîmes fermer les croisées, par ce moyen nous en eûmes peu d'endommagées.

Cette précaution revient assez à ce qu'on pratique pour les animaux ; qu'ils soient transis de froid, qu'ils aient

un membre gelé, on se donne bien de garde de les exposer à une chaleur trop vive, on les frotte avec de la neige, ou bien on les trempe dans de l'eau, on les enterre dans de l'eau, on les enterre dans du fumier, en un mot, on les réchauffe par degrés et avec ménagement.

De même si l'on fait dégeler trop précipitamment des fruits, ils se pourrissent à l'instant, au lieu qu'ils souffrent beaucoup moins de dommage si on les fait dégeler peu-à-peu.

Pour expliquer comment le soleil produit tant de désordres sur les plantes gelées, quelques-uns avaient pensé que la glace, en se fondant, se réduisait en petites gouttes d'eau sphétiques, qui faisaient autant de petits miroirs ardens quand le soleil donnait dessus; mais quelque court que soit le foyer d'une loupe, elle ne peut produire de chaleur qu'à une distance, quelque petite qu'elle soit, et elle ne pourra pas produire un grand effet sur un corps qu'elle touchera; d'ailleurs la goutte d'eau qui est sur la feuille d'une plante, est aplatie du côté qu'elle touche à la plante, ce qui éloigne son foyer. Enfin si ces gouttes d'eau pouvaient produire cet effet, pourquoi les gouttes de rosée, qui sont pareillement sphériques, ne le produiraient-elles pas aussi? peut-être pourrait-on penser que les parties les plus spiritueuses et les plus volatiles de la sève fondant les premières, elles seraient évaporées avant que les autres fussent en état de se mouvoir dans les vaisseaux de la plante, ce qui décomposerait la sève.

Mais on peut dire en général que la gelée augmentant le volume des liqueurs, tend les vaisseaux des plantes, et que le dégel ne se pouvant faire sans que les parties, qui composent le fluide gelé, entrent en mouvement; ce changement se peut faire avec assez de douceur pour

ne pas rompre les vaisseaux les plus délicats des plantes, qui rentreront peu-à-peu dans leur ton naturel, et alors les plantes n'en souffriront aucun dommage; mais s'il se fait avec trop de précipitation, ces vaisseaux ne pourront pas reprendre sitôt le ton qui leur est naturel; après avoir souffert une extension violente, les liqueurs s'évaporeront, et la plante restera desséchée.

Quoi qu'on puisse conclure de ces conjectures, dont je ne suis pas à beaucoup près satisfait, il reste toujours pour constant :

1°. Qu'il arrive, à la vérité, rarement qu'en hiver ou au printems les plantes soient endommagées simplement par la grande force de la gelée, et indépendamment d'aucunes circonstances particulières, et dans ce cas c'est à l'exposition du nord que les plantes souffrent le plus :

2°. Dans le tems d'une gelée, qui dure plusieurs jours, l'ardeur du soleil fait fondre la glace en quelques endroits et seulement pour quelques heures, car souvent il regèle avant le coucher du soleil, ce qui forme un verglas très-préjudiciable aux plantes, et on sent que l'exposition du midi est plus sujette à cet inconvénient que toutes les autres :

3°. On a vu que les gelées du printems font principalement du désordre dans les endroits où il y a de l'humidité, les terrains qui transpirent beaucoup, les fonds des vallées, et généralement tous les endroits qui ne pourront être desséchés par le vent et le soleil seront donc plus endommagés que les autres.

Enfin si au printems, le soleil qui donne sur les plantes gelées, leur occasionne un dommage plus considérable, il est clair que ce sera l'exposition du levant, et ensuite du midi qui souffriront le plus de cet accident.

Mais, dira-t-on, si cela est, il ne faut donc plus

planter à l'exposition du midi en *á-dos*, (qui sont des talus de terre qu'on ménage dans les potagers ou le long des espaliers) les giroflées, les choux des avents, les laitues d'hiver, les pois verts et les autres plantes délicates auxquelles on veut faire passer l'hiver, et que l'on souhaite avancer pour le printems, ce sera à l'exposition du nord qu'il faudra dorénavant planter les pêchers et les autres arbres délicats. Il est à propos de détruire ces deux objections, et de faire voir qu'elles sont de fausses conséquences de ce que nous avons avancé.

On se propose différens objets quand on met des plantes passer l'hiver à des abris exposés au midi, quelquefois c'est pour hâter leur végétation ; c'est, par exemple, dans cette intention qu'on plante, le long des espaliers quelques rangées de laitues, qu'on appelle, à cause de cela, *des laitues d'hiver*, qui résistent assez bien à la gelée quelque part qu'on les mette, mais qui avancent davantage à cette exposition; d'autres fois c'est pour les préserver de la rigueur de cette saison, dans l'intention de les replanter de bonne heure au printems: on suit, par exemple, cette pratique pour les choux qu'on appelle des *avents*, qu'on sème en cette saison le long d'un espalier. Cette espèce de choux, de même que les brocolis, sont assez tendres à la gelée, et périraient souvent à ces abris si on n'avait pas soin de les couvrir pendant les grandes gelées avec des paillassons ou du fumier soutenu sur des perches.

Enfin on veut quelquefois avancer la végétation de quelques plantes qui craignent la gelée, comme seraient les giroflées, les pois verts, et pour cela on les plante sur des à-dos bien exposés au midi; mais de plus on les défend des grandes gelées en les couvrant lorsque le tems l'exige.

On sent bien, sans que nous soyons obligés de nous

étendre davantage sur cela, que l'exposition du midi est plus propre que toutes les autres à accélérer la végétation, et on vient de voir que c'est aussi ce qu'on se propose principalement quand on met quelques plantes passer l'hiver à cette exposition, puisqu'on est obligé, comme nous venons de le dire, d'employer, outre cela, des couvertures pour garantir de la gelée les plantes qui sont un peu délicates; mais il faut ajouter que s'il y a quelques circonstances où la gelée fasse plus de désordre au midi qu'aux autres expositions, il y a aussi bien des cas qui sont favorables à cette exposition sur-tout quand il s'agit d'espalier. Si, par exemple, pendant l'hiver, il y a quelque chose à craindre des verglas, combien de fois arrive-t-il que la chaleur du soleil, qui est augmentée par la réflexion de la muraille, a assez de force pour dissiper toute l'humidité, et alors les plantes sont presque en sûreté contre le froid? de plus, combien arrive-t-il de gelées sèches qui agissent au nord sans relâche, et qui ne sont presque pas sensibles au midi? de même au printems on sent bien que si, après une pluie qui vient de sud-ouest ou de sud-est, le vent se met au nord, l'espalier du midi étant à l'abri du vent, souffrira plus que les autres; mais ces cas sont rares, et le plus souvent c'est après des pluies de nord-ouest ou de nord-est que le vent se met au nord, et alors l'espalier du midi ayant été à l'abri de la pluie par le mur, les plantes qui y seront auront moins à souffrir que les autres, non-seulement parce qu'elles auront moins reçu de pluie, mais encore parce qu'il y fait toujours moins froid qu'aux autres expositions, comme nous l'avons fait remarquer au commencement de ce mémoire.

De plus, comme le soleil dessèche beaucoup la terre le long des espaliers qui sont au midi, la terre y transpire moins qu'ailleurs.

On sent bien que ce que nous venons de dire doit avoir son application à l'égard des pêchers et des abricotiers, qu'on a coutume de mettre à cette exposition et à celle du levant ; nous ajouterons seulement qu'il n'est pas rare de voir les pêchers geler au levant et au midi, et ne le pas être au couchant ou même au nord ; mais, indépendamment de cela, on ne peut jamais compter avoir beaucoup de pêches et de bonne qualité à cette dernière exposition, quantité de fleurs tombent toutes entières et sans nouer, d'autres après être nouées se détachent de l'arbre, et celles qui restent ont peine à parvenir à une maturité. J'ai même un espalier de pêchers à l'exposition du couchant, un peu déclinante au nord, qui ne donne presque pas de fruit, quoique les arbres y soient plus beaux qu'aux expositions du midi et du nord.

Ainsi, on ne pourrait éviter les inconvéniens qu'on peut reprocher à l'exposition du midi à l'égard de la gelée sans tomber dans d'autres plus fâcheux.

Mais tous les arbres délicats, comme les figuiers, les lauriers, etc. doivent être mis au midi, ayant soin, comme l'on fait ordinairement, de les couvrir; nous remarquerons seulement que le fumier sec est préférable pour cela à la paille, qui ne couvre jamais si exactement, et dans laquelle il reste toujours un peu de grain qui attire les mulots et les rats, qui mangent quelquefois l'écorce des arbres pour se désaltérer dans le tems de la gelée où ils ne trouvent point d'eau à boire, ni d'herbe à paître, c'est ce qui nous est arrivé deux à trois fois; mais, quand on se sert de fumier, il faut qu'il soit sec, sans quoi il s'échaufferait et ferait moisir les jeunes branches.

Toutes ces précautions sont cependant bien inférieures à ces espaliers en niche ou en renfoncement, tels

qu'on en voit aujourd'hui au jardin du Roi, les plantes sont de cette manière à l'abri de tous les vents, excepté celui du midi qui ne leur peut nuire; le soleil, qui échauffe ces endroits pendant le jour, empêche que le froid n'y soit si violent pendant la nuit, et on peut avec grande facilité mettre sur ces renfoncemens une légère couverture, qui tiendra les plantes qui y seront dans un état de sécheresse, infiniment propre à prévenir tous les accidens que le verglas et les gelées du printems auraient pu produire, et la plupart des plantes ne souffriront pas d'être ainsi privées de l'humidité extérieure, parce qu'elles ne transpirent presque pas dans l'hiver; non plus qu'au commencement du printems, de sorte que l'humidité de l'air suffit à leur besoin.

Mais puisque les rosées rendent les plantes si susceptibles de la gelée du printems, ne pourrait-on pas espérer que les recherches que MM. Musschenbroeck et du Fay ont fait sur cette matière, pourraient tourner au profit de l'Agriculture; car enfin puisqu'il y a des corps qui semblent attirer la rosée, pendant qu'il y en a d'autres qui la repoussent; si on pouvait peindre, enduire ou crêpir les murailles avec quelque matière qui repousserait la rosée, il est sûr qu'on aurait lieu d'en espérer un succès plus heureux, que de la précaution que l'on prend de mettre une planche en manière de toît audessus des espaliers, ce qui ne doit guère diminuer l'abondance de la rosée sur les arbres, puisque M. du Fay a prouvé que souvent elle ne tombe pas perpendiculairement comme une pluie, mais qu'elle nage dans l'air, et qu'elle s'attache aux corps qu'elle rencontre; de sorte qu'il a souvent autant amassé de rosée sous un toît que dans les endroits entièrement découverts. Il nous serait aisé de reprendre toutes nos observations, et de continuer à en tirer des conséquences

utiles à la pratique de l'agriculture ; ce que nous avons dit, par exemple, au sujet de la vigne, doit déterminer à arracher tous les arbres qui empêchent le vent de dissiper les brouillards.

Puisqu'en labourant la terre, on en fait sortir plus d'exhalaison, il faut prêter plus d'attention à ne la pas faire labourer dans les tems critiques.

On doit défendre expressément qu'on ne sème sur les sillons de vigne des plantes potagères qui, par leurs transpirations, nuiraient à la vigne.

On ne mettra des échalas aux vignes que le plus tard qu'on pourra.

On tiendra les haies, qui bordent les vignes du côté du nord, plus basses que de tout autre côté.

On préfèrera à amander les vignes avec des terreaux plutôt que de les fumer.

Enfin si on est à portée de choisir un terrain, on évitera ceux qui sont dans des fonds, ou dans les terroirs qui transpirent beaucoup.

Une partie de ces précautions peut aussi être employée très-utilement pour les arbres fruitiers, à l'égard, par exemple, des plantes potagères, que les jardiniers sont toujours empressés de mettre aux pieds de leurs buissons, et encore plus le ong de leurs espaliers.

S'il y a des parties hautes et d'autres basses dans les jardins, on pourra avoir l'attention de semer les plantes printanières et délicates sur le haut, préférablement au bas, à moins qu'on n'ait dessein de les couvrir avec des cloches, des chassis, etc. car, dans le cas où l'humidité ne peut nuire, il serait souvent avantageux de choisir les lieux bas pour être à l'abri du vent du nord et de nord-ouest.

On peut aussi profiter de ce que nous avons dit à l'avantage des forêts, car si on a des réserves à faire,

ce ne sera jamais dans les endroits où la gelée cause tant de dommage.

Si on sème un bois, on aura attention de mettre dans les vallons des arbres qui soient plus durs à la gelée que le chêne.

Quand on fera des coupes considérables, on mettra dans les clauses du marché, qu'on les commencera toujours du côté du nord, afin que ce vent qui règne ordinairement dans les tems des gelées, dissipe cette humidité qui est préjudiciable aux taillis.

Enfin si, sans contrevenir aux ordonnances, on peut faire des réserves en lisières, au lieu de laisser des baliveaux qui, sans pouvoir jamais faire de beaux arbres, sont, à tous égards, la perte des taillis, et particulièrement dans l'occasion présente, et retenant sur les taillis cette humidité qui est si fâcheuse dans les tems de gelée, on aura en même-tems attention que la lisière de réserve ne couvre pas le taillis du côté du nord.

Il y aurait encore bien d'autres conséquences utiles qu'on pourrait tirer de nos observations; nous nous contenterons cependant d'en avoir rapporté quelques-unes, parce qu'on pourra suppléer à ce que nous avons omis, en prêtant un peu d'attention aux observations que nous avons rapportées. Nous sentons bien qu'il y aurait encore sur cette matière nombre d'expériences à faire; nous avons cru qu'il n'y avait aucun inconvénient à rapporter celles que nous avons faites : peut-être même engageront-elles quelqu'autre personne à travailler sur la même matière, et si elles ne produisent pas cet effet, elles ne nous empêcheront pas de suivre les vues que nous avons encore sur cela.

EXPÉRIENCES

Sur la ténacité et sur la décomposition du fer.

Je me suis assuré par des expériences que le fer perd de sa pesanteur à chaque fois qu'on le chauffe à un feu violent, et que des boulets chauffés trois fois jusqu'au blanc, ont perdu la douzième partie de leur poids; on serait d'abord porté à croire, que cette perte ne doit être attribuée qu'à la diminution du volume du boulet, par les scories qui se détachent de la surface et tombent en petites écailles; mais si l'on fait attention que les petits boulets, dont par conséquent la surface est plus grande, relativement au volume, que celle des gros, perdent moins, et que les gros boulets perdent proportionnellement plus que les petits, on sentira bien que la perte totale de poids, ne doit pas être simplement attribuée à la chûte des écailles qui se détachent de la surface, mais encore à une altération intérieure de toutes les parties de la masse que le feu violent diminue, et rend d'autant plus légère qu'il est appliqué plus souvent et plus long-tems.

Et en effet, si l'on recueille à chaque fois les écailles qui se détachent de la surface des boulets, on trouvera que sur un boulet de 5 pouces qui, par exemple, aura perdu huit onces par une première chaude, il n'y aura pas une once de ces écailles détachées, et que tout le reste de la perte de poids ne peut être attribué qu'à cette altération intérieure de la substance du fer qui perd de sa densité à chaque fois qu'on le chauffe; en sorte que si l'on réitérait souvent cette même opération,

on réduirait le fer à n'être plus qu'une manière friable et légère, dont on ne pourrait faire aucun usage; car j'ai remarqué que les boulets non-seulement avaient perdu de leur poids, c'est-à-dire, de leur densité, mais qu'en même-tems ils avaient aussi beaucoup perdu de leur solidité; c'est-à-dire, de cette qualité dont dépend la cohérence des parties; car j'ai vu, en les faisant frapper, qu'on pouvait les casser d'autant plus aisément qu'ils avaient été chauffés plus souvent et plus long-tems.

En général si l'on veut conserver au fer sa solidité et son nerf, c'est-à-dire, sa masse et sa force, il ne faut l'exposer au feu ni plus souvent ni plus long-tems qu'il est nécessaire; il suffira, pour la plupart des usages, de le faire rougir sans pousser le feu jusqu'au blanc, ce dernier degré de chaleur ne manque jamais de le détériorer : et dans les ouvrages où il importe de lui conserver tout son nerf, comme dans les bandes que l'on forge pour les canons de fusil, il faudrait, s'il était possible, ne les chauffer qu'une fois pour les battre, plier et souder par une seule opération; car, quand le fer a acquis sous le marteau, toute la force dont il est susceptible, le feu ne fait plus que la diminuer; c'est aux artistes à voir jusqu'à quel point ce métal doit être malléé pour acquérir tout son nerf, cela ne serait pas impossible à déterminer par des expériences.

La bonne fonte est la base de tout bon fer, mais il arrive souvent que par de mauvaises pratiques on gâte ce bon fer. Une de ces mauvaises pratiques, la plus généralement répandue, et qui détruit le plus le nerf et la ténacité du fer, c'est l'usage où sont les ouvriers de presque toutes les forges, de tremper dans l'eau la première portion de la pièce qu'ils viennent de travailler, afin de pouvoir la manier et la reprendre plus prompte-

ment; j'ai vu, avec quelque surprise, la prodigieuse différence qu'occasionne cette trempe, sur-tout en hiver et lorsque l'eau est froide, non seulement elle rend cassant le meilleur fer, mais même elle en change le grain et en détruit le nerf, au point qu'on n'imaginerait pas que c'est le même fer, si l'on n'en était pas convaincu par ses yeux en faisant casser l'autre bout du même barreau, qui n'ayant point été trempé, conserve son nerf et son grain ordinaire. Cette trempe en été fait beaucoup moins de mal, mais en fait toujours un peu : et si l'on veut avoir du fer toujours de la même bonne qualité, il faut absolument proscrire cet usage, ne jamais tremper le fer chaud dans l'eau, et attendre, pour le manier, qu'il se réfroidisse à l'air.

Il faut que la fonte soit bien bonne pour produire du fer aussi nerveux, aussi tenace que celui qu'on peut tirer des vieilles ferrailles refondues, non pas en les jetant au fourneau de fusion, mais en les mettant au feu de l'affinerie; tous les ans on achète pour mes forges une assez grande quantité de ces vieilles ferrailles, dont, avec un peu de soin, l'on fait d'excellent fer. Mais il y a du choix dans ces ferrailles; celles qui proviennent des rognures de la tôle ou des morceaux cassés du fil de fer, qu'on appelle des *riblons*, sont les meilleurs de toutes, parce qu'elles sont d'un fer plus pur que les autres; on les achette aussi quelque chose de plus, mais en général ces vieux fers, quoique de qualité médiocre, en produisent de très-bon lorsqu'on sait les traiter. Il ne faut jamais les mêler avec la fonte, si même il s'en trouve quelques morceaux parmi les ferrailles, il faut les séparer; il faut aussi mettre une certaine quantité de crasses dans le foyer, et le feu doit être moins poussé, moins violent que pour le travail du fer en gueuse, sans quoi l'on brûlerait une grande par-

tie de sa ferraille qui, quand elle est bien traitée et de bonne qualité, ne donne qu'un cinquième de déchet, et consomme moins de charbon que le fer de la gueuse. Les crasses qui sortent de ces vieux fers, sont en bien moindre quantité, et ne conservent pas à beaucoup près autant de particules de fer que les autres. Avec des riblons qu'on renvoie des fileries que fournissent mes forges, et des rognures de tôle cisaillées que je fais fabriquer, j'ai souvent fait du fer qui était tout nerf, et dont le déchet n'était presque que d'un sixième; tandis que le déchet du fer en gueuse est communément du double, c'est-à-dire, d'un tiers, et souvent de plus du tiers si l'on veut obtenir du fer d'excellente qualité.

Le fer le plus parfait est celui qui n'a presque point de grain, et qui est entièrement d'un nerf de gris-cendré; le fer à nerf noir est encore très-bon, et peut-être est-il préférable au premier pour tous les usages où il faut chauffer plus d'une fois ce métal avant de l'employer; le fer de la troisième qualité et qui est moitié nerf et moitié grain, est le fer par excellence pour le commerce, parce qu'on peut le chauffer deux ou trois fois sans le dénaturer; le fer sans nerf, mais à grain fin, sert aussi pour beaucoup d'usages, mais les fers sans nerf et à gros grains, devraient être proscrits et font le plus grand tort dans la société, parce que malheureusement ils y sont cent fois plus communs que les autres. Il ne faut qu'un coup d'œil à un homme exercé pour connaître la bonne ou la mauvaise qualité du fer, mais les gens qui le font employer, soit dans leurs bâtimens, soit à leurs équipages, ne s'y connaissent ou n'y regardent pas, et payent souvent, comme très-bon, du fer que le fardeau fait rompre ou que la rouille détruit en peu de tems.

Autant les chaudes vives et poussées jusqu'au blanc,

détériorent le fer, autant les chaudes douces où l'on ne le rougit que couleur de cerise, semblent l'améliorer; c'est par cette raison que les fers destinés à passer à la fenderie ou à la batterie, ne demandent pas à être fabriqués avec autant de soin que ceux qu'on appelle *fers marchands*, qui doivent avoir toute leur qualité. Le fer de tirerie fait une classe à part, il ne peut être trop pur, s'il contenait des parties hétérogènes il deviendrait très-cassant aux dernières filières; or il n'y a d'autre moyen de le rendre pur que de le faire bien suer en le chauffant la première fois jusqu'au blanc, et le martelant avec autant de force que de précaution, et ensuite en le faisant encore chauffer à blanc afin d'achever de le dépurer sous le martinet en l'alongeant pour en faire de la verge crénelée. Mais les fers destinés à être refendus pour en faire de la verge ordinaire, des fers aplatis, des languettes pour la tôle, tous les fers en un mot qu'on doit passer sous les cylindres, n'exigent pas le même degré de perfection, parce qu'ils s'améliorent au four de la fenderie, où l'on n'emploie que du bois, et dans lequel tous ces fers ne prennent une chaleur que du second degré, d'un rouge couleur de feu, qui est suffisant pour les amollir, et leur permet de s'aplatir et de s'étendre sous des taillans. Néanmoins si l'on veut avoir de la verge bien douce, comme celle qui est nécessaire pour les clous à maréchal; si l'on veut des fers aplatis qui aient beaucoup de nerf, comme doivent être ceux qu'on emploie pour les roues, et particulièrement les bandages qu'on fait d'une seule pièce, dans lesquels il faut au moins un tiers de nerf; les fers qu'on livre à la fenderie doivent être de bonne qualité, c'est-à-dire, avoir au moins un tiers de nerf, car j'ai observé que le feu doux du four et la forte compression des cylindres rendent à la vérité le grain du fer un peu plus fin, et

donnent même du nerf à celui qui n'avait que du grain très-fin, mais ils ne convertissent jamais en nerf le gros grain des fers communs, en sorte qu'avec du mauvais fer à gros grains on pourra faire de la verge et des fers aplatis dont le grain sera moins gros, mais qui seront toujours trop cassans pour être employés aux usages dont je viens de parler.

Il en est de même de la tôle, on ne peut pas employer de trop bonne étoffe pour la faire, et il est bien fâcheux qu'on fasse tout le contraire; car presque toutes nos tôles en France se font avec du fer commun; elles se rompent en les pliant, et se brûlent ou pourrissent en peu de tems, tandis que de la tôle faite comme celle de Suède ou d'Angleterre, avec du bon fer bien nerveux, se tordra cent fois sans rompre, et durera peut-être vingt fois plus que les autres. On en fait à mes forges de toute grandeur et de toute épaisseur, on en emploie à Paris pour les casseroles et autres pièces de cuisine qu'on étame et qu'on a raison de préférer aux casseroles de cuivre. On a fait avec cette même tôle grand nombre de poëles, de chaîneaux, de tuyaux, et j'ai depuis quatre ans l'expérience mille fois réitérée, qu'elle peut durer comme je viens de le dire, soit au feu, soit à l'air, beaucoup plus que les tôles communes, mais comme elle est un peu plus chère, le débit en est moindre, et l'on n'en demande que pour de certains usages particuliers auxquels les autres tôles ne pourraient être employées. Lorsqu'on est au fait, comme j'y suis, du commerce des fers, on dirait qu'en France on a fait un pacte général, de ne se servir que de ce qu'il y a de plus mauvais en ce genre.

Avec du fer nerveux on pourra toujours faire d'excellente tôle, en faisant passer le fer des languettes sous les cylindres de la fenderie; ceux qui aplatissent

ces languettes sous le martinet, après les avoir fait chauffer au charbon, sont dans un très-mauvais usage; le feu de charbon poussé par le soufflet, gâte le fer de ces languettes, celui du four de la fonderie ne fait que le perfectionner : d'ailleurs il en coûte plus de moitié moins pour faire les languettes au cylindre que pour les faire au martinet; ici l'intérêt s'accorde avec la théorie de l'art : il n'y a donc que l'ignorance qui puisse entretenir cette pratique, qui néanmoins est la plus générale, car il y a peut-être sur toutes les tôles qui se fabriquent en France, plus des trois quarts dont les languettes ont été faites au martinet. Cela ne peut pas être autrement, me dira-t-on, toutes les batteries n'ont pas à côté d'elles une fenderie et des cylindres montés, je l'avoue et c'est ce dont je me plains; on a tort de permettre ces petits établissemens particuliers qui ne subsistent qu'en achetant dans les grosses forges les fers au meilleur marché, c'est-à-dire, tous les plus médiocres, pour les fabriquer ensuite en tôle et en petits fers de la plus mauvaise qualité.

Un autre objet fort important sont les fers de charrue, on ne saurait croire combien la mauvaise qualité du fer dont on les fabrique fait de tort aux laboureurs, on leur livre inhumainement des fers qui cassent au moindre effort, et qu'ils sont forcés de renouveler presque aussi souvent que leurs cultures; on leur fait payer bien cher du mauvais acier dont on arme la pointe de ces fers encore plus mauvais, et le tout est perdu pour eux au bout d'un an, et souvent en moins de tems; tandis qu'en employant pour ces fers de charrue, comme pour la tôle, le fer le meilleur et le plus nerveux, on pourrait les garantir pour un usage de vingt ans, et même se dispenser d'en acièrer la pointe; car j'ai fait faire plusieurs centaines de ces fers de charrue dont j'en

ai fait essayer quelques-uns sans acier, et ils se sont trouvés d'une étoffe assez ferme pour résister au labour. J'ai fait la même expérience sur un grand nombre de pioches; c'est la mauvaise qualité de nos fers qui a établi chez les taillandiers l'usage général de mettre de l'acier à ces instrumens de campagne, qui n'en auraient pas besoin s'ils étaient de bon fer fabriqué avec des languettes passées sous les cylindres.

J'avoue qu'il y a de certains usages pour lesquels on pourrait fabriquer du fer aigre, mais encore ne faut-il pas qu'il soit à trop gros grains ni trop eassant; les clous pour les petites lattes à tuile, les broquettes et autres petits clous plient lorqu'ils sont faits d'un fer trop doux, mais à l'exception de ce seul emploi, qu'on ne remplira toujours que trop, je ne vois pas qu'on doive se servir de fer aigre. Et si dans une bonne manufacture on en veut faire une certaine quantité, rien n'est plus aisé; il ne faut qu'augmenter d'une mesure ou d'une mesure et demie de mine au fourneau, et mettre à part les gueuses qui en proviendront, la fonte en sera moins bonne et plus blanche. On les fera forger à part, en ne donnant que deux chaudes à chaque bande, et l'on aura du fer aigre qui se fendra plus aisément que l'autre, et qui donnera de la verge cassante.

Le meilleur fer, c'est-à-dire, celui qui a le plus de nerf, et par conséquent le plus de ténacité peut éprouver cent et deux cents coups de masse sans se rompre, et comme il faut néanmoins le casser pour tous les usages de la fenderie et de la batterie, et que cela demanderait beaucoup de tems, même en s'aidant du ciseau d'acier, il vaut mieux faire couper sous le marteau de la forge, les barres encore chaudes à moitié de leur épaisseur, cela n'empêche pas le marteleur de les achever, et épargne beaucoup de tems au fendeur et au

platineur. Tout le fer que j'ai fait casser à froid et à grands coups de masse, s'échauffe d'autant plus qu'il est plus fortement et plus souvent frappé : non-seulement il s'échauffe au point de brûler très-vivement, mais il s'aimante comme s'il eût été frotté sur un très-bon aimant. M'étant assuré de la constance de cet effet par plusieurs observations successives, je voulus voir si sans percussion je pourrais de même produire dans le fer la vertu magnétique ; je fis prendre pour cela une verge de trois lignes de grosseur de mon fer le plus liant, et que je connaissais pour être très-difficile à rompre, et l'ayant fait plier et replier, par les mains d'un homme fort, sept ou huit fois de suite sans pouvoir la rompre, je trouvrai le fer très-chaud au point où on l'avait plié, et il avait en même-tems toute la vertu d'un barreau bien aimanté; j'aurai occasion dans la suite de revenir à ce phénomène qui tient de très-près à la théorie du magnétisme et de l'électricité, et que je ne rapporte ici que pour démontrer que plus une matière est tenace, c'est-à-dire, plus il faut d'efforts pour la diviser, plus elle est près de produire de la chaleur et tous les autres effets qui peuvent en dépendre, et prouver en même-tems que la simple pression produisant le frottement des parties intérieures, équivaut à l'effet de la plus violente percussion.

On soude tous les jours le fer avec lui-même ou sur lui-même, mais il faut la plus grande précaution pour qu'il ne se trouve pas un peu plus faible aux endroits des soudures ; car pour réunir et souder les deux bouts d'une barre, on les chauffe jusqu'au blanc le plus vif, le fer dans cet état est tout prêt à fondre, il n'y arrive pas sans perdre toute sa ténacité, et par conséquent tout son nerf; il ne peut donc en reprendre dans toute cette partie qu'on soude, que par la percussion des mar-

teaux dont deux ou trois ouvriers font succéder les coups le plus vîte qu'il leur est possible, mais cette percussion est très-faible et même lente en comparaison de celle du marteau de la forge ou même de celle du martinet ; ainsi l'endroit soudé, quelque bonne que soit l'étoffe, n'aura que peu de nerf et souvent point du tout si l'on n'a pas bien saisi l'instant où les deux morceaux sont également chauds, et si le mouvement du marteau n'a pas été assez prompt et assez fort pour les bien réunir. Aussi quand on a des pièces importantes à souder, on fera bien de le faire sous les martinets les plus prompts. La soudure dans les canons des armes à feu, est une des choses les plus importantes.

Le fer se décompose par l'humidité comme par le feu; il attire l'humide de l'air, s'en pénètre et se rouille, c'est-à-dire, se convertit en une espèce de terre sans liaison, sans cohérence ; cette conversion se fait en assez peu de tems dans les fers qui sont de mauvaise qualité ou mal fabriqués : ceux dont l'étoffe est bonne, et dont les surfaces sont bien lisses ou polies se défendent plus long-tems, mais tous sont sujets à cette espèce de mal, qui de la superficie gagne assez promptement l'intérieur et détruit avec le tems le corps entier du fer. Dans l'eau il se conserve beaucoup mieux qu'à l'air, et quoiqu'on s'aperçoive de son altération par la couleur noire qu'il y prend après un long séjour, il n'est point dénaturé, il peut être forgé, au lieu que celui qui a été exposé à l'air pendant quelques siècles, et que les ouvriers appellent du *fer luné*, parce qu'ils s'imaginent que la lune le mange, ne peut ni se forger ni servir à rien; à moins qu'on ne le revivifie comme les rouilles et les safrans, de mars, ce qui coûte communément plus que le fer ne vaut. C'est en ceci que consiste la différence des deux décompositions du fer; dans celle qui

se fait par le feu, la plus grande partie du fer se brûle et s'exhale en vapeurs comme les autres matières combustibles, il ne reste qu'un mâchefer qui contient, comme celui du bois, une petite quantité de matière très-attirable par l'aimant qui est bien du vrai fer, mais qui m'a paru d'une nature singulière et semblable comme je l'ai dit, au sablon ferrugineux qui se trouve en si grande quantité dans la platine. La décomposition par l'humidité ne diminue pas à beaucoup près autant que la combustion, la masse du fer, mais elle en altère toutes les parties au point de leur faire perdre leur vertu magnétique, leur cohérence et leur couleur métallique; c'est de cette rouille ou terre de fer que sont en grande partie composées les mines en grain; l'eau après avoir atténué ces particules de rouille et les avoir réduites en molécules sensibles, les charie et les dépose par filtration dans le sein de la terre, où elles se réunissent en grain par une sorte de cristallisation qui se fait comme toutes les autres, par l'attraction mutuelle des molécules analogues; et comme cette rouille de fer était privée de la vertu magnétique, il n'est pas étonnant que les mines en grain qui en proviennent, en soient également dépourvues. Ceci me paraît démontrer d'une manière assez claire, que le magnétisme suppose l'action précédente du feu; que c'est une qualité particulière que le feu donne au fer, et que l'humidité de l'air lui enlève en le décomposant.

Si l'on met dans un vase une grande quantité de limaille de fer pure, qui n'a pas encore pris de rouille, et si on la couvre d'eau, on verra en la laissant sécher, que cette limaille se réunit par ce seul intermède, au point de faire une masse de fer assez solide, pour qu'on ne puisse le casser qu'à coups de masse; ce n'est donc pas précisément l'eau qui décompose le fer et

produit la rouille, mais plutôt les sels et les vapeurs sulfureuses de l'air, car on sait que le fer se dissout très-aisément par les acides et par le soufre. En présentant une verge de fer bien rouge à une bille de soufre, le fer coule dans l'instant, et en le recevant dans l'eau, on obtient des grenailles qui ne sont plus du fer ni même de la fonte; car j'ai éprouvé qu'on ne pouvait pas les réunir au feu pour les forger, c'est une matière qu'on ne peut comparer qu'à la pyrite martiale, dans laquelle le fer paraît être également décomposé par le soufre; et je crois que c'est par cette raison que l'on trouve presque partout à la surface de la terre et sous les premiers lits de ses couches extérieures, une assez grande quantité de ces pyrites, dont le grain ressemble à celui du mauvais fer, mais qui n'en contiennent qu'une très-petite quantité, mêlée avec beaucoup d'acide vitriolique et plus ou moins de soufre.

INVENTION

De miroirs pour brûler à de grandes distances.

L'HISTOIRE des miroirs ardens d'Archimède, est fameuse; il les inventa pour la défense de sa patrie, et il lança, disent les anciens, le feu du soleil sur la flotte ennemie qu'il réduisit en cendres lorsqu'elle approcha des remparts de Syracuse; mais cette histoire dont on n'a pas douté pendant quinze ou seize siècles, a d'abord été contredite, et ensuite traitée de fable dans ces derniers tems. Descartes né pour juger, et même pour surpasser Archimède, a prononcé contre lui d'un ton de maître; il a nié la possibilité de l'invention, et son opinion a prévalu sur les témoignages et sur la croyance de toute l'antiquité: les Physiciens modernes, soit par respect pour leur philosophe, soit par complaisance pour leurs contemporains, ont été de même avis. On n'accorde guère aux anciens que ce qu'on ne peut leur ôter; déterminés peut-être par ces motifs, dont l'amour-propre ne se sert que trop souvent sans qu'on s'en aperçoive, n'avons-nous pas naturellement trop de penchant à refuser ce que nous devons à ceux qui nous ont précédés? et si notre siècle refuse plus qu'un autre, ne serait-ce pas qu'étant plus éclairé il croit avoir plus de droit à la gloire, plus de prétentions à la supériorité?

Quoi qu'il en soit, cette invention était dans le cas de plusieurs autres découvertes de l'antiquité qui se sont évanouies, parce qu'on a préféré la facilité de les nier à la difficulté de les retrouver; et les miroirs ardens d'Ar-

chimède étaient si décriés, qu'il ne paraissait pas possible d'en rétablir la réputation, car, pour appeler du jugement de Descartes, il fallait quelque chose de plus fort que des raisons, et il ne restait qu'un moyen sûr et décisif, à la vérité, mais difficile et hardi, c'était d'entreprendre de trouver les miroirs, c'est-à-dire, d'en faire qui pussent produire les mêmes effets; j'en avais conçu depuis long-tems l'idée, et j'avouerai volontiers que le plus difficile de la chose était de la voir possible, puisque dans l'exécution j'ai réussi au delà même de mes espérances.

J'ai donc cherché le moyen de faire des miroirs pour brûler à de grandes distances, comme de 100, de 200 et 300 pieds; je savais en général qu'avec les miroirs par réflexion, l'on n'avait jamais brûlé qu'à 15 ou 20 pieds tout au plus, et qu'avec ceux qui sont réfringens, la distance était encore plus courte, et je sentais bien qu'il était impossible dans la pratique de travailler un miroir de métal ou de verre avec assez d'exactitude pour brûler à ces grandes distances; que pour brûler, par exemple, à 200 pieds, la sphère ayant dans ce cas 800 pieds de diamètre, on ne pouvait rien espérer de la méthode ordinaire de travailler les verres, et je me persuadai bientôt que quand même on pourrait en trouver une nouvelle pour donner à de grandes pièces de verre ou de métal, une courbure aussi légère, il n'en résulterait encore qu'un avantage très-peu considérable, comme je le dirai dans la suite.

Mais pour aller par ordre, je cherchai d'abord combien la lumière du soleil perdait par la réflexion à différentes distances, et quelles sont les matières qui la réfléchissent le plus fortement. Je trouvai premièrement que les glaces étamées, lorsqu'elles sont polies avec un peu de soin, réfléchissent plus puissamment la

lumière que les métaux les mieux polis, et même mieux que le métal composé dont on se sert pour faire des miroirs de télescopes, et que quoiqu'il y ait dans les glaces deux réflexions, l'une à la surface et l'autre à l'intérieur, elles ne laissent pas de donner une lumière plus vive et plus nette que le métal, qui produit une lumière colorée.

En second lieu, en recevant la lumière du soleil dans un endroit obscur, et en la comparant avec cette même lumière du soleil réfléchie par une glace, je trouvai qu'à de petites distances, comme de quatre ou cinq pieds, elle ne perdait qu'environ moitié par la réflexion, ce que je jugeai en faisant tomber sur la première lumière réfléchie, une seconde lumière aussi réfléchie : car la vivacité de ces deux lumières réfléchies me parut égale à celle de la lumière directe.

Troisièmement : ayant reçu à de grandes distances, comme à 100, 200, et 300 pieds cette même lumière réfléchie par de grandes glaces, je reconnus qu'elle ne perdait presque rien de sa force, par l'épaisseur de l'air qu'elle avait à traverser.

Ensuite je voulus essayer les mêmes choses sur la lumière des bougies ; et pour m'assurer plus exactement de la quantité d'affaiblissement que la réflexion cause à cette lumière, je fis l'expérience suivante.

Je me mis vis-à-vis une glace de miroir avec un livre à la main, dans une chambre où l'obscurité de la nuit était entière, et où je ne pouvais distinguer aucun objet : je fis allumer dans une chambre voisine, à 40 pieds de distance environ, une seule bougie, et je la fis approcher peu-à-peu, jusqu'à ce que je pusse distinguer les caractères et lire le livre que j'avais à la main ; la distance se trouva de 24 pieds du livre à la bougie : ensuite ayant retourné le livre du côté du miroir je

cherchai à lire par cette même lumière réfléchie, et je fis intercepter par un paravant la partie de la lumière directe qui ne tombait pas sur le miroir, afin de n'avoir sur mon livre que la lumière réfléchie. Il fallut approcher la bougie, ce qu'on fit peu-à-peu, jusqu'à ce que je pusse lire les mêmes caractères éclairés par la lumière réfléchie; et alors la distance du livre à la bougie y compris celle du livre au miroir, qui n'était que d'un demi-pied, se trouva être en tout de quinze pieds: je répétai cela plusieurs fois, et j'eus toujours les mêmes résultats, à très-peu près; d'où je conclus que la force ou la quantité de la lumière directe est à celle de la lumière réfléchie, comme 576 à 225; ainsi l'effet de la lumière de cinq bougies reçues par une glace plane, est à-peu-près égale à celui de la lumière directe de deux bougies.

La lumière des bougies perd donc plus par la réflexion que la lumière du soleil, et cette différence vient de ce que les rayons de lumière qui partent de la bougie comme d'un centre, tombent plus obliquement sur le miroir que les rayons du soleil qui viennent presque parallèlement. Cette expérience confirma donc ce que j'avais trouvé d'abord, et je tins pour sûr que la lumière du soleil ne perd qu'environ moitié par sa réflexion sur une glace de miroir.

Ces premières connaissances dont j'avais besoin étant acquises, je cherchai ensuite ce que deviennent en effet les images du soleil lorsqu'on les reçoit à de grandes distances. Pour bien entendre ce que je vais dire, il ne faut pas, comme on le fait ordinairement, considérer les rayons du soleil comme parallèles; et il faut se souvenir que le corps du soleil occupe à nos yeux une étendue d'environ 32 minutes; que par conséquent les rayons qui partent du bord supérieur du disque, venant

à tomber sur un point d'une surface réfléchissante, les rayons qui partent du bord inférieur, venant à tomber aussi sur le même point de cette surface, ils forment entr'eux un angle de 32 minutes dans l'incidence et ensuite dans la réflexion, et que par conséquent l'image doit augmenter de grandeur à mesure qu'elle s'éloigne : il faut de plus faire attention à la figure de ces images; par exemple, une glace plane quarrée d'un demi-pied, exposée aux rayons du soleil, formera une image quarrée de six pouces, lorsqu'on recevra cette image à une petite distance de la glace, comme de quelques pieds; en s'éloignant peu-à-peu on voit l'image augmenter, ensuite se déformer, enfin s'arrondir et demeurer ronde toujours en s'agrandissant, à mesure qu'elle s'éloigne du miroir : cette image est composée d'autant de disques du soleil qu'il y a de points physiques dans la surface réfléchissante; le point du milieu forme une image du disque, les points voisins en forment de semblables et de même grandeur qui excèdent un peu le disque du milieu; il en est de même de tous les autres points, et l'image est composée d'une infinité de disques, qui se surmontant régulièrement, et anticipant circulairement les uns sur les autres, forment l'image réfléchie dont le point du milieu de la glace est le centre.

Si l'on reçoit l'image composée de tous ces disques à une petite distance, alors l'étendue qu'ils occupent n'étant qu'un peu plus grande que celle de la glace, cette image est de la même figure et à-peu-près de la même étendue que la glace : si la glace est quarrée, l'image est quarrée; si la glace est triangulaire, l'image est triangulaire; mais lorsqu'on reçoit l'image à une grande distance de la glace, où l'étendue qu'occupent les disques est beaucoup plus grande que celle de la

glace, l'image ne conserve plus la figure quarrée ou triangulaire de la glace, elle devient nécessairement circulaire; et pour trouver le point de distance où l'image perd la figure quarrée, il n'y a qu'à chercher à quelle distance la glace nous paraît sous un angle égal à celui que forme le corps du soleil à nos yeux, c'est-à-dire, sous un angle de 32 minutes, cette distance sera celle où l'image perdra sa figure quarrée, et deviendra ronde; car les disques ayant toujours pour diamètre une ligne égale à la corde de l'arc de cercle qui mesure un angle de 32 minutes, on trouvera par cette règle qu'une glace quarrée de six pouces, perd sa figure quarrée à la distance d'environ 60 pieds, et qu'une glace d'un pied en quarré ne la perd qu'à 120 pieds environ, et ainsi des autres.

En réfléchissant un peu sur cette théorie, on ne sera plus étonné de voir qu'à de très-grandes distances, une grande et une petite glace donnant à-peu-près une image de la même grandeur, et qui ne diffère que par l'intensité de la lumière: on ne sera plus surpris qu'une glace ronde, ou quarrée, ou longue, ou triangulaire, ou de telle autre figure que l'on voudra [1], donne toujours des images rondes; et on verra clairement que les images ne s'agrandissent et ne s'affaiblissent pas par la dispersion de la lumière, ou par la perte qu'elle fait en traversant l'air, comme l'ont cru quelques physiciens; et que cela n'arrive au contraire que par l'augmentation des disques qui occupent toujours un espace de 32 minutes à quelqu'éloignement qu'on le porte.

De même on sera convaincu par la simple exposition

---

[1] C'est par cette même raison que les petites images du soleil qui passent entre les feuilles des arbres elevés et touffus, qui tombent sur le sable d'une allée, sont toutes ovales ou rondes.

de cette théorie, que les courbes de quelque espèce qu'elles soient, ne peuvent être employées avec avantage pour brûler de loin, parce que le diamètre du foyer de toutes les courbes, ne peut jamais être plus petit que la corde de l'arc qui mesure un angle de 32 minutes, et que par conséquent le miroir concave le plus parfait dont le diamètre serait égal à cette corde, ne ferait jamais le double de l'effet de ce miroir plan de même surface [1] : et si le diamètre de ce miroir courbe était plus petit que cette corde, il ne ferait guère plus d'effet qu'un miroir plan de même surface.

Lorsque j'eus bien compris ce que je viens d'exposer, je me persuadai bientôt à n'en pouvoir douter, qu'Archimède n'avait pu brûler de loin qu'avec des miroirs plans; car indépendamment de l'impossibilité où l'on était alors, et où l'on serait encore aujourd'hui d'exécuter des miroirs concaves d'un aussi long foyer, je sentis bien que les réflexions que je viens de faire, ne pouvaient pas avoir échappé à ce grand mathématicien. D'ailleurs je pensai que selon toutes les apparences les anciens ne savaient pas faire de grandes masses de verre, qu'ils ignoraient l'art de le couler pour en faire de grandes glaces, qu'ils n'avaient tout au plus que celui de le souffler et d'en faire des bouteilles et des vases, et je me persuadai aisément que c'était avec des miroirs plans de métal poli, et par la réflexion des rayons du soleil qu'Archimède avait brûlé au loin : mais comme j'avais reconnu que les miroirs de glace réfléchissent plus puissamment la lumière que les miroirs du métal le plus poli, je pensai à faire construire une machine pour faire

---

[1] Si l'on se donne la peine de le supputer, on trouvera que le miroir courbe le plus parfait, n'a d'avantage sur un miroir plan que dans la raison de 17 à 10 du moins à très-peu près.

coïncider au même point les images réfléchies par un grand nombre de ces glaces planes, bien convaincu que ce moyen était le seul par lequel il fût possible de réussir.

Cependant j'avais encore des doutes, et qui me paraissaient même très-bien fondés, car voici comment je raisonnais. Supposons que la distance à laquelle je veux brûler soit de 240 pieds, je vois clairement que le foyer de mon miroir ne peut avoir moins de deux pieds de diamètre à cette distance; dès-lors quelle sera l'étendue que je serai obligé de donner à mon assemblage de miroirs plans pour produire du feu dans un aussi grand foyer? elle pouvait être si grande que la chose eût été impraticable dans l'exécution; car en comparant le diamètre du foyer au diamètre du miroir, dans les meilleurs miroirs par réflexion que nous ayons, par exemple, avec le miroir de l'académie, j'avais observé que le diamètre de ce miroir qui est de trois pieds, était cent huit fois plus grand que le diamètre de son foyer, qui n'a qu'environ quatre lignes, et j'en concluais que pour brûler aussi vivement à 240 pieds, il eût été nécessaire que mon assemblage de miroirs eût eu 216 pieds de diamètre, puisque le foyer aurait deux pieds; or un miroir de 216 pieds de diamètre était assurément une chose impossible.

A la vérité, ce miroir de trois pieds de diamètre brûle assez vivement pour fondre l'or, et je voulus voir combien j'avais à gagner en réduisant son action à n'enflammer que du bois : pour cela j'appliquai sur le miroir des zônes circulaires de papier pour en diminuer le diamètre, et je trouvai qu'il n'avait plus assez de force pour enflammer du bois sec lorsque son diamètre fut réduit à quatre pouces huit ou neuf lignes : prenant donc cinq pouces ou soixante lignes pour l'étendue du

diamètre nécessaire pour brûler avec un foyer de quatre lignes, je ne pouvais me dispenser de conclure que pour brûler également à 240 pieds, où le foyer aurait nécessairement deux pieds de diamètre, il me faudrait un miroir de trente pieds de diamètre; ce qui me paraissait encore une chose impossible, ou du moins impraticable.

A des raisons si positives, et que d'autres auraient regardées comme des démonstrations de l'impossibilité du miroir, je n'avais rien à supposer qu'un soupçon; mais un soupçon ancien, et sur lequel plus j'avais réfléchi, plus je m'étais persuadé qu'il n'était pas sans fondement; c'est que les effets de la chaleur pouvaient bien n'être pas proportionnels à la quantité de lumière; où, ce qui revient au même, qu'à égale intensité de lumière, les grands foyers devaient brûler plus vivement que les petits.

En estimant la chaleur mathématiquement, il n'est pas douteux que la force des foyers de même longueur ne soit proportionnelle à la surface des miroirs. Un miroir dont la surface est double de celle d'un autre, doit avoir un foyer de la même grandeur, si la courbure est la même; et ce foyer de même grandeur doit contenir le double de la quantité de lumière que contient le premier foyer; et dans la supposition que les effets sont toujours proportionnels à leurs causes, on avait toujours cru que la chaleur de ce second foyer devait être double de celle du premier.

De même et par la même estimation mathématique, on a toujours cru qu'à égale intensité de lumière, un petit foyer devait brûler autant qu'un grand, et que l'effet de la chaleur devait être proportionnel à cette intensité de lumière: *en sorte*, disait Descartes, *qu'on peut faire des verres ou des miroirs extrêmement petits*

qui brûleront avec autant de violence que les plus grands. Je pensai d'abord, comme je l'ai dit ci-dessus, que cette conclusion tirée de la théorie mathématique, pourrait bien se trouver fausse dans la pratique, parce que la chaleur étant une qualité physique, de l'action et de la propagation de laquelle nous ne connaissons pas bien les lois; il me semblait qu'il y avait quelque espèce de témérité à en estimer ainsi les effets par un raisonnement de simple spéculation.

J'eus donc recours encore une fois à l'expérience : je pris des miroirs de métal de différens foyers et de différens degrés de poliment; et en comparant l'action des différens foyers sur les mêmes matières fusibles ou combustibles, je trouvai qu'à égale intensité de lumière, les grands foyers font constamment beaucoup plus d'effet que les petits, et produisent souvent l'inflammation ou la fusion, tandis que les petits ne produisent qu'une chaleur médiocre; je trouvai la même chose avec les miroirs par réfraction. Pour le faire mieux sentir, prenons, par exemple, un grand miroir ardent par réfraction, tel que celui du Sr. Segard, qui a 32 pouces de diamètre, et un foyer de 8 lignes de largeur, à 6 pieds de distance, auquel foyer le cuivre se fond en moins d'une minute, et faisons dans les mêmes proportions un petit verre ardent de 32 lignes de diamètre, dont le foyer sera de huit douxièmes ou deux troisièmes de ligne, et la distance à 6 pouces; puisque le grand miroir fond le cuivre en une minute dans l'étendue entière de son foyer qui est de 8 lignes, le petit verre devrait, selon la théorie, fondre dans le même tems la même matière dans l'étendue de son foyer qui est de deux troisième de ligne : Ayant fait l'expérience, j'ai trouvé, comme je m'y attendais bien, que loin de fondre le cuivre, ce petit verre ardent pouvait à peine donner un peu de chaleur à cette matière.

La raison de cette différence est aisée à donner, si l'on fait attention que la chaleur se communique de proche en proche, et se disperse, pour ainsi dire, lors même qu'elle est appliquée continuellement sur le même point; par exemple, si l'on fait tomber le foyer d'un verre ardent sur le centre d'un écu, et que ce foyer n'ait qu'une ligne de diamètre, la chaleur qu'il produit sur le centre de l'écu se disperse et s'étend dans le volume entier de l'écu, et il devient chaud jusqu'à la circonférence; dès-lors toute la chaleur, quoiqu'employée d'abord contre le centre de l'écu, ne s'y arrête pas, et ne peut pas produire un aussi grand effet que si elle y demeurait toute entière. Mais si au lieu d'un foyer d'une ligne qui tombe sur le milieu de l'écu, on fait tomber sur l'écu tout entier un foyer d'égale intensité, toutes les parties de l'écu étant également échauffées dans ce dernier cas, non-seulement il n'y a pas de perte de chaleur, comme dans le premier, mais même il y a du gain et de l'augmentation de chaleur, car le point du milieu profitant de la chaleur des autres points qui l'environnent, l'écu sera fondu dans ce dernier cas, tandis que dans le premier, il ne sera que légèrement échauffé.

Après avoir fait ces expériences et ces réflexions je sentis augmenter prodigieusement l'espérance que j'avais de réussir à faire des miroirs qui brûleraient au loin; car je commençai à ne plus craindre autant que je l'avais craint d'abord, la grande étendue des foyers, je me persuadai au contraire, qu'un foyer d'une largeur considérable, comme de deux pieds, et dans lequel l'intensité de la lumière ne serait pas à beaucoup près aussi grande que dans un petit foyer, comme de quatre lignes, pourrait cependant produire avec plus de force l'inflammation et l'embrasement, et que par

conséquent ce miroir qui, par la théorie mathématique, devait avoir au moins 30 pieds de diamètre, se réduirait sans doute à un miroir de 8 ou 10 pieds tout au plus; ce qui est non-seulement une chose possible, mais même très-praticable.

Je pensai donc sérieusement à exécuter mon projet; d'abord j'avais dessein de brûler à 200 ou 300 pieds avec des glaces circulaires ou hexagones d'un pied quarré de surface, et je voulais faire quatre chassis de fer pour les porter, avec trois vis à chacune pour les mouvoir en tout sens, et un ressort pour les assujettir; mais la dépense trop considérable qu'exigeait cet ajustement, me fit abandonner cette idée, et je me rabattis à des glaces communes de 6 pouces sur 8 pouces, et un ajustement en bois, qui, à la vérité, est moins précis, mais dont la dépense convenait mieux à une tentative.

Il suffira de dire qu'il a d'abord été composé de cent soixante-huit glaces étamées de 6 pouces sur 8 pouces chacune, éloignées les unes des autres d'environ quatre lignes: que chacune de ces glaces se peut mouvoir en tout sens, et indépendamment de toutes, et que les quatre lignes d'intervalle qui sont entr'elles servent non-seulement à la liberté de ce mouvement, mais aussi à laisser voir à celui qui opère l'endroit où il faut conduire ses images. Au moyen de cette construction l'on peut faire tomber sur le même point les cent soixante-huit images, et par conséquent brûler à plusieurs distances, comme à 20, 30, et jusqu'à 150 pieds, et à toutes les distances intermédiaires; et en augmentant la grandeur du miroir, ou en faisant d'autres miroirs semblables au premier, on est sûr de porter le feu à de plus grandes distances encore, ou d'en augmenter autant qu'on voudra, la force ou l'activité à ces premières distances.

Seulement il faut observer que le mouvement dont j'ai parlé n'est point trop aisé à exécuter, et que d'ailleurs il y a un grand choix à faire dans les glaces : elles ne sont pas toutes à beaucoup près également bonnes, quoiqu'elles paraissent telles à la première inspection; j'ai été obligé d'en prendre plus de cinq cents pour avoir les cent soixante-huit dont je me suis servi; la manière de les essayer est de recevoir à une grande distance, par exemple, à 150 pieds l'image réfléchie du soleil comme un plan vertical; il faut choisir celles qui donnent une image ronde et bien terminée, et rebuter toutes les autres qui sont en beaucoup plus grand nombre, et dont les épaisseurs étant inégales en différens endroits, ou la surface un peu concave ou convexe, au lieu d'être plane, donnent des images mal terminées, doubles, triples, oblongues, chevelues, etc. suivant les différentes défectuosités qui se trouvent dans les glaces.

Par la première expérience que j'ai faite le 23 mars 1747 à midi, j'ai mis le feu à 66 pieds de distance à une planche de hêtre goudronnée, avec quarante glaces seulement, c'est-à-dire, avec le quart du miroir environ; mais il faut observer que n'étant pas encore monté sur son pied, il était posé très-désavantageusement, faisant avec le soleil un angle de près de 20 degrés de déclinaison, et un autre de plus de 10 degrés d'inclinaison.

Le même jour j'ai mis le feu à une planche goudronnée et soufrée à 126 pieds de distance avec quatre-vingt-dix-huit glaces, le miroir étant posé encore plus désavantageusement. On sent bien que pour brûler avec le plus d'avantage, il faut que le miroir soit directement opposé au soleil, aussi bien que les matières qu'on veut enflammer; en sorte qu'en supposant un plan perpendiculaire sur le plan du miroir, il faut qu'il passe par

le soleil, et en même-tems par le milieu des matières combustibles.

Le 3 avril à quatre heures du soir, le miroir étant monté et posé sur son pied, on a produit une légère inflammation sur une planche couverte de laine hachée à 138 pieds de distance avec cent douze glaces, quoique le soleil fût faible, et que la lumière en fût fort pâle. Il faut prendre garde à soi lorsqu'on approche de l'endroit où sont les matières combustibles, et il ne faut pas regarder le miroir, car si malheureusement les yeux se trouvaient au foyer, on serait aveuglé par l'éclat de la lumière.

Le 4 avril à onze heures du matin, le soleil étant fort pâle et couvert de vapeurs et de nuages légers, on n'a pas laissé de produire, avec cent cinquante-quatre glaces, à 150 pieds de distance, une chaleur si considérable, qu'elle a fait en moins de deux minutes, fumer une planche goudronnée, qui se serait certainement enflammée, si le soleil n'avait pas disparu tout-à-coup.

Le lendemain 5 avril à trois heures après midi, par un soleil encore plus faible que le jour précédent, on a enflammé à 150 pieds de distance, des copeaux de sapin soufrés et mêlés de charbon, en moins d'une minute et demie, avec cent cinquante-quatre glaces. Lorsque le soleil est vif, il ne faut que quelques secondes pour produire l'inflammation.

Le 10 avril après midi, par un soleil assez net, on a mis le feu à une planche de sapin goudronnée, à 150 pieds, avec cent vingt-huit glaces seulement, l'inflammation a été très-subite, et elle s'est faite dans toute l'étendue du foyer qui avait environ 16 pouces de diamètre à cette distance.

Le même jour à deux heures et demie, on a porté le

feu sur une planche de hêtre, goudronnée en partie et couverte en quelques endroits de laine hachée ; l'inflammation s'est faite très-promptement, elle a commencé par les parties du bois qui étaient découvertes; et le feu était si violent, qu'il a fallu tremper dans l'eau la planche pour l'éteindre; il y avait cent quarante-huit glaces, et la distance était de 150 pieds.

Le 11 avril, le foyer n'étant qu'à 20 pieds de distance du miroir, il n'a fallu que douze glaces pour enflammer des petites matières combustibles: avec vingt-une glaces on a mis le feu à une planche de hêtre qui avait déjà été brulée en partie: avec quarante-cinq glaces on a fondu un gros flacon d'étain qui pesait environ six livres ; et avec cent dix-sept glaces on a fondu des morceaux d'argent mince, et rougi une plaque de tôle : et je suis persuadé qu'à 50 pieds on fondra les métaux aussi bien qu'à 20, en employant toutes les glaces du miroir ; et comme le foyer à cette distance, est large de six à sept pouces, on pourra faire des épreuves en grand sur les métaux [1], ce qu'il n'était pas possible de faire avec les miroirs ordinaires, dont le foyer est ou très-faible, ou cent fois plus petit

---

[1] Par des expériences subséquentes, j'ai reconnu que la distance la plus avantageuse pour faire commodément avec ces miroirs des épreuves sur les métaux, était à 40 ou 45 pieds. Les assiettes d'argent que j'ai fondues à cette distance avec deux cents vingt-quatre glaces, étaient bien nettes, en sorte qu'il n'était pas possible d'attribuer la fumée très-abondante qui en sortait à la graisse, ou à d'autres matières dont l'argent se serait imbibé, et comme se le persuadaient les gens témoins de l'expérience. Je la répétai néanmoins sur des plaques d'argent toutes neuves et j'eus le même effet. Le métal fumait très-abondamment, quelquefois pendant plus de 8 ou 10 minutes avant de se fondre. J'avais dessein de recueillir cette fumée d'argent par le moyen d'un chapiteau et d'un ajustement semblable à celui dont on se sert dans les distillations, et j'ai toujours eu regret

que celui de mon miroir. J'ai remarqué que les métaux et sur-tout l'argent, fument beaucoup avant de se fondre, la fumée en était si sensible qu'elle faisait ombre sur le terrain; et c'est-là où je l'observai attentivement; car il n'est pas possible de regarder un instant le foyer, lorsqu'il tombe sur du métal : l'éclat en est beaucoup plus vif que celui du soleil.

Les expériences que j'ai rapportées ci-dessus, et qui ont été faites dans les premiers tems de l'invention de ces miroirs, ont été suivies d'un grand nombre d'autres expériences qui confirment les premières. J'ai enflammé du bois jusqu'à 200 et même 210 pieds avec ce même miroir, par le soleil d'été, toutes les fois que le ciel était pur, et je crois pouvoir assurer qu'avec quatre semblables miroirs on brûlerait à 400 pieds et peut-être plus loin. J'ai de même fondu tous les métaux et minéraux métalliques à 25, 30 et 40 pieds. On trouvera dans la suite de cet article les usages auxquels on peut appliquer ces miroirs, et les limites qu'on doit assigner à leur puissance pour la calcination, la combustion, la fusion, etc.

Il faut environ une demi-heure pour monter le miroir, et pour faire coïncider toutes les images au même point, mais lorsqu'il est une fois ajusté, on peut s'en servir à toute heure, en tirant seulement un rideau, il mettra le feu aux matières combustibles très-promptement, et on ne doit pas le déranger à moins qu'on

---

que mes autres occupations m'en aient empêché; car cette manière de tirer l'eau du métal, est peut-être la seule que l'on puisse employer. Et si l'on prend que cette fumée qui m'a paru humide ne contient pas de l'eau, il serait toujours très-utile de savoir ce que c'est, car il se peut aussi que ce ne soit que du métal volatilisé. D'ailleurs je suis persuadé qu'en faisant les mêmes épreuves sur l'or, on le verra fumer comme l'argent, peut-être moins, peut-être plus.

ne veuille changer la distance; par exemple, lorsqu'il est arrangé pour brûler à 100 pieds, il faut une demi-heure pour l'ajuster à la distance de 150 pieds, et ainsi des autres.

Ce miroir brûle en haut, en bas et horizontalement, suivant la différente inclinaison qu'on lui donne; les expériences que je viens de rapporter, ont été faites publiquement au jardin du Roi, sur un terrain horizontal, contre des planches posées verticalement : je crois qu'il n'est pas nécessaire d'avertir qu'il aurait brûlé avec plus de force en haut, et moins de force en bas; et de même, qu'il est plus avantageux d'incliner le plan des matières combustibles parallèlement au plan du miroir : ce qui fait qu'il a cet avantage de brûler en haut, en bas et horizontalement, sur les miroirs ordinaires de réflexion qui ne brûlent qu'en haut, c'est que son foyer est fort éloigné, et qu'il a si peu de courbure qu'elle est insensible à l'œil; il est large de 7 pieds, et haut de 8 pieds, ce qui ne ferait qu'environ la 150e. partie de la circonférence de la sphère, lorsqu'on brûle à 150 pieds.

La raison qui m'a déterminé à préférer des glaces de 6 pouces de largeur sur 8 pouces de hauteur, à des glaces quarrées de 6 ou 8 pouces, c'est qu'il est beaucoup plus commode de faire les expériences sur un terrain horizontal et de niveau, que de les faire de bas en haut, et qu'avec cette figure plus haute que large, les images étaient plus rondes, au lieu qu'avec des glaces quarrées, elles auraient été raccourcies, sur-tout pour les petites distances, dans cette situation horizontale.

Cette découverte nous fournit plusieurs choses utiles pour la physique, et peut-être pour les arts. On sait que ce qui rend les miroirs ordinaires de réflexion presque inutiles pour les expériences, c'est qu'ils brûlent

toujours en haut, et qu'on est fort embarrassé de trouver des moyens pour suspendre ou soutenir à leur foyer les matières qu'on veut fondre ou calciner : au moyen de mon miroir, on fera brûler en bas les miroirs concaves, et avec un avantage si considérable qu'on aura une chaleur de tel degré qu'on voudra ; par exemple, en opposant à mon miroir, un miroir concave d'un pied quarré de surface, la chaleur que ce dernier miroir produira à son foyer, en employant cent cinquante-quatre glaces seulement, sera plus de douze fois plus grande que celle qu'il produit ordinairement, et l'effet sera le même que s'il existait douze soleils au lieu d'un, ou plutôt que si le soleil avait douze fois plus de chaleur.

Secondement, on aura par le moyen de mon miroir la vraie échelle de l'augmentation de la chaleur, et on fera un thermomètre réel, dont les divisions n'auront plus rien d'arbitraire, depuis la température de l'air jusqu'à tel degré de chaleur qu'on voudra, en faisant tomber une à une successivement, les images du soleil les unes sur les autres, et en graduant les intervalles, soit au moyen d'une liqueur expansive, soit au moyen d'une machine de dilatation ; et de là nous saurons en effet ce que c'est qu'une augmentation double, triple, quadruple, etc. de chaleur, et nous connaîtrons les matières dont l'expansion, ou les autres effets seront les plus convenables pour mesurer les augmentations de chaleur.

Troisièmement, nous saurons au juste combien de fois il faut la chaleur du soleil pour brûler, fondre ou calciner différentes matières, ce qu'on ne savait estimer jusqu'ici que d'une manière vague et fort éloignée de la vérité ; et nous serons en état de faire des comparaisons précises de l'activité de nos feux avec celle du soleil, et d'avoir sur cela des rapports exacts, et des mesures fixes et invariables.

Enfin, on sera convaincu lorsqu'on aura examiné la théorie que j'ai donnée, et qu'on aura vu l'effet de mon miroir, que le moyen que j'ai employé était le seul par lequel il fût possible de réussir à brûler au loin : car indépendamment de la difficulté physique de faire de grands miroirs concaves sphériques, paraboliques, ou d'une autre courbure quelconque assez régulière pour brûler à 150 pieds, on se démontrera aisément à soi-même, qu'ils ne produiraient qu'à-peu-près autant d'effet que le mien, parce que le foyer en serait presque aussi large ; que de plus, ces miroirs courbes, quand même il serait possible de les exécuter, auraient le désavantage très-grand de ne brûler qu'à une seule distance, au lieu que le mien brûle à toutes les distances ; et par conséquent on abandonnera le projet de faire, par le moyen des courbes, des miroirs pour brûler au loin, ce qui a occupé inutilement un grand nombre de mathématiciens et d'artistes qui se trompaient toujours, parce qu'ils considéraient les rayons du soleil comme parallèles, au lieu qu'il faut les considérer ici tels qu'ils sont, c'est-à-dire, comme faisant des angles de toute grandeur, depuis zéro jusqu'à 32 minutes, ce qui fait qu'il est impossible, quelque courbure qu'on donne à un miroir, de rendre le diamètre du foyer plus petit que la corde de l'arc qui mesure cet angle de 32 minutes. Ainsi quand même on pourrait faire un miroir concave pour brûler à une grande distance, par exemple, à 150 pieds, en le travaillant dans tous ses points sur une sphère de 600 pieds de diamètre, et en employant une masse énorme de verre ou de métal, il est clair qu'on aura à-peu-près autant d'avantage à n'employer au contraire que de petits miroirs plans.

Au reste, comme tout a des limites, quoique mon miroir soit susceptible d'une plus grande perfection,

tant pour l'ajustement que pour plusieurs autres choses, et que je compte bien en faire un autre dont les effets seront supérieurs, cependant il ne faut pas espérer qu'on puisse jamais brûler à de très-grandes distances; car pour brûler par exemple, à une demi-lieue, il faudrait un miroir deux mille fois plus grand que le mien; et tout ce qu'on pourra jamais faire, est de brûler à 6 ou 900 pieds tout au plus. Le foyer dont le mouvement correspond toujours à celui du soleil, marche d'autant plus vîte qu'il est plus éloigné du miroir, et à 900 pieds de distance, il ferait un chemin d'environ 6 pieds par minute.

Il n'est pas nécessaire d'avertir qu'on peut faire avec des petits morceaux plats de glace ou de métail, des miroirs dont les foyers seront variables, et qui brûleront à de petites distances avec une grande vivacité; et en les montant à-peu-près comme l'on monte des parasols, il ne faudrait qu'un seul mouvement pour en ajuster le foyer.

Maintenant que j'ai rendu compte de ma découverte et du succès de mes expériences, je dois rendre à Archimède et aux anciens, la gloire qui leur est dûe. Il est certain qu'Archimède a pu faire avec des miroirs de métal ce que je fais avec des miroirs de verre; il est sûr qu'il avait plus de lumières qu'il n'en faut pour imaginer la théorie qui m'a guidé et la mécanique que j'ai fait exécuter, et que par conséquent on ne peut lui refuser le titre de premier inventeur de ces miroirs, que l'occasion où il sut les employer, rendit sans doute plus célèbres que le mérite de la chose même.

Pendant le tems que je travaillais à ces miroirs, j'ignorais le détail de tout ce qu'en ont dit les anciens; mais après avoir réussi à les faire, je fus bien aise de m'en instruire. Feu M. Melot, de l'académie des belles-lettres,

et l'un des gardes de la bibliothèque du roi, dont la grande érudition et les talens étaient connus de tous les savans, eut la bonté de me communiquer une excellente dissertation qu'il avait faite sur ce sujet, dans laquelle il rapporte les témoignages de tous les auteurs qui ont parlé des miroirs ardens d'Archimède; ceux qui en parlent le plus clairement sont, Zonaras et Tzetzès, qui vivaient tous deux dans le XII[e]. siècle : le premier dit, qu'*Archimède* avec ses miroirs ardens, mit en cendres toute la flotte des romains : *ce géomètre* dit-il, *ayant reçu les rayons du soleil sur un miroir, à l'aide de ces rayons rassemblés et réfléchis par l'épaisseur et le poli du miroir, il embrasa l'air, et alluma une grande flamme qu'il lança toute entière sur des vaisseaux qui mouillaient dans la sphère de son activité, et qui furent tous réduits en cendres.* Le même Zonaras rapporte aussi, qu'au siège de Constantinople, sous l'empire d'Anastase, l'an 514 de Jésus-Christ, Proclus brûla avec des miroirs d'airain, la flotte de Vitalien qui assiégeait Constantinople ; il ajoute que ces miroirs étaient une découverte ancienne, et que l'historien Dion en donne l'honneur à Archimède qui la fit, et s'en servit contre les romains, lorsque Marcellus fit le siège de Syracuse.

Tzetzès, non-seulement rapporte et assure le fait des miroirs, mais même il en explique en quelque façon la construction. *Lorsque les vaisseaux romains,* dit-il, *furent à la portée du trait, Archimède fit faire une espèce de miroir hexagone, et d'autres plus petits de vingt-quatre angles chacun, qu'il plaça dans une distance proportionnée et qu'on pouvait mouvoir à l'aide de leurs charnières et de certaines lames de métal; il plaça le miroir hexagone de façon qu'il était coupé par le milieu par le méridien d'hiver et d'été, en sorte que les rayons du*

soleil reçus sur ce miroir venant à se briser, allumèrent un grand feu qui réduisit en cendres les vaisseaux romains, quoiqu'ils fussent éloignés de la portée d'un trait. Ce passage me paraît assez clair; il fixe la distance à laquelle Archimède a brûlé, la portée du trait ne peut guère être que de 150 ou 200 pieds; il donne l'idée de la construction, et fait voir que le miroir d'Archimède pouvait être comme le mien, composé de plusieurs petits miroirs qui se mouvaient par des mouvemens de charnières et de ressorts, et enfin il indique la position du miroir, en disant que le miroir hexagone autour duquel étaient sans doute les miroirs plus petits, était coupé par le méridien, ce qui veut dire apparemment que le miroir doit être opposé directement au soleil; d'ailleurs le miroir hexagone était probablement celui dont l'image servait de mire pour ajuster les autres, et cette figure n'est pas tout-à-fait indifférente, non plus que celle de vingt-quatre angles ou vingt-quatre côtés des petits miroirs. Il est aisé de sentir qu'il y a en effet de l'avantage à donner à ces miroirs une figure polygone d'un grand nombre de côtés égaux, afin que la quantité de lumière soit moins inégalement répartie dans l'image réfléchie, et elle sera répartie le moins inégalement qu'il est possible lorsque les miroirs seront circulaires; j'ai bien vu qu'il y avait de la perte à employer des miroirs quadrangulaires, longs de 6 pouces sur 8 pouces; mais j'ai préféré cette forme parce qu'elle est, comme je l'ai dit, plus avantageuse pour brûler horizontalement.

OBSERVATIONS

Sur les couleurs accidentelles, et sur les ombres colorées.

Quoiqu'on se soit beaucoup occupé dans ces derniers tems de la physique des couleurs, il ne paraît pas qu'on ait fait de grands progrès depuis Newton : ce n'est pas qu'il ait épuisé la matière, mais la plupart des physiciens ont plus travaillé à le combattre qu'à l'entendre, et quoique ses principes soient clairs, et ses expériences incontestables, il y a si peu de gens qui se soient donné la peine d'examiner à fond les rapports et l'ensemble de ses découvertes, que je ne crois pas parler d'un nouveau genre de couleurs, sans avoir auparavant donné des idées nettes sur la production des couleurs en général.

Il y a plusieurs moyens de produire des couleurs, le premier est la réfraction : un trait de lumière qui passe à travers un prisme se rompt et se divise de façon qu'il produit une image colorée, composée d'un nombre infini de couleurs, et les recherches qu'on a faites sur cette image colorée du soleil, ont appris que la lumière de cet astre est l'assemblage d'une infinité de rayons de lumière différemment colorés ; que ces rayons ont autant de différens degrés de réfrangibilité que de couleurs différentes, et que la même couleur a constamment le même degré de réfrangibilité. Tous les corps diaphanes dont les surfaces ne sont pas parallèles, produisent des couleurs par la réfraction ; l'ordre de ces

couleurs est invariable, et leur nombre quoiqu'infini a été réduit à sept dénominations principales, *violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge;* chacune de ces dénominations répond à un intervalle déterminé dans l'image colorée qui contient toutes les nuances de la couleur dénommée ; de sorte que dans l'intervalle rouge on trouve toutes les nuances de rouge, dans l'intervalle jaune toutes les nuances de jaune, etc. et dans les confins de ces intervalles les couleurs intermédiaires qui ne sont ni jaunes ni rouges, etc. C'est par de bonnes raisons que Newton a fixé à sept le nombre des dénominations des couleurs ; l'image colorée du soleil qu'il appelle *le spectre solaire*, n'offre à la première vue que cinq couleurs, violet, bleu, vert, jaune et rouge, ce n'est encore qu'une décomposition imparfaite de la lumière, et une représentation confuse des couleurs. Comme cette image est composée d'une infinité de cercles différemment colorés qui répondent à autant de disques du soleil, et que ces cercles anticipent beaucoup les uns sur les autres, le milieu de tous ces cercles est l'endroit où le mélange des couleurs est le plus grand, et il n'y a que les côtés rectilignes de l'image où les couleurs soient pures; mais comme elles sont en même-tems très-faibles, on a peine à les distinguer, et on se sert d'un autre moyen pour épurer les couleurs; c'est en rétrécissant l'image du disque du soleil, ce qui diminue l'anticipation des cercles colorés les uns sur les autres, et par conséquent le mélange des couleurs ; dans ce spectre de lumière épurée et homogène, on voit très-bien les sept couleurs; on en voit même beaucoup plus de sept avec un peu d'art, car en recevant successivement sur un fil blanc les différentes parties de ce spectre de lumière épurée, j'ai compté souvent jusqu'à dix-huit ou vingt couleurs dont

la différence était sensible à mes yeux. Avec de meilleurs organes ou plus d'attention, on pourrait encore en compter davantage ; cela n'empêche pas qu'on ne doive fixer le nombre de leur dénomination à sept, ni plus ni moins ; et cela par une raison bien fondée, c'est qu'en divisant le spectre de lumière épurée en sept intervalles, et suivant la proportion donnée par Newton, chacun de ces intervalles contient des couleurs qui, quoique prises toutes ensemble, sont indécomposables par le prisme et par quelqu'art que ce soit, ce qui leur a fait donner le nom de *couleurs primitives.* Si au lieu de diviser le spectre en sept, on ne le divise qu'en six, ou cinq, ou quatre, ou trois intervalles, alors les couleurs contenues dans chacun de ses intervalles se décomposent par le prisme, et par conséquent ces couleurs ne sont pas pures, et ne doivent pas être regardées comme couleurs primitives. On ne peut donc pas réduire les couleurs primitives à moins de sept dénominations, et on ne doit pas en admettre un plus grand nombre, parce qu'alors on diviserait inutilement les intervalles en deux ou plusieurs parties, dont les couleurs seraient de la même nature, et ce serait partager mal-à-propos une même espèce de couleur, et donner des noms différens à des choses semblables.

Il se trouve par un hasard singulier, que l'étendue proportionnelle de ces sept intervalles de couleurs, répond assez juste à l'étendue proportionnelle des sept tons de la musique, mais ce n'est qu'un hasard dont on ne doit tirer aucune conséquence; ces deux résultats sont indépendans l'un de l'autre, et il faut se livrer bien aveuglément à l'esprit de système pour prétendre, en vertu d'un rapport fortuit, soumettre l'œil et l'oreille à des lois communes, et traiter l'un de ces organes par les règles de l'autre, en imaginant qu'il est pos-

sible de faire un concert aux yeux ou un paysage aux oreilles.

Ces sept couleurs, produites par la réfraction, sont inaltérables, et contiennent toutes les couleurs et toutes les nuances de couleurs qui sont au monde; les couleurs du prisme, celles des diamans, celles de l'arc-en-ciel, des images des halos, dépendent toutes de la réfraction, et en suivent exactement les lois.

La réfraction n'est cependant pas le seul moyen pour produire des couleurs, la lumière a de plus que sa qualité réfrangible d'autres propriétés qui, quoique dépendantes de la même cause générale, produisent des effets différens; de la même façon que la lumière se rompt et se divise en couleurs en passant d'un milieu dans un autre milieu transparent, elle se rompt aussi en passant auprès des surfaces d'un corps opaque : cette espèce de réfraction qui se fait dans le même milieu, s'appelle *inflexion*, et les couleurs qu'elle produit, sont les mêmes que celles de la réfraction ordinaire; les rayons violets qui sont les plus réfrangibles, sont aussi les plus flexibles, et la frange colorée par l'inflexion de la lumière ne diffère du spectre coloré produit par la réfraction, que dans la forme; et si l'intensité des couleurs est différente, l'ordre en est le même, les propriétés toutes semblables, le nombre égal, la qualité primitive et inaltérable commune à toutes, soit dans la réfraction, soit dans l'inflexion qui n'est en effet qu'une espèce de réfraction.

Mais le plus puissant moyen que la nature emploie pour produire des couleurs, c'est la réflexion [1]; toutes

---

[1] J'avoue que je ne pense pas comme Newton au sujet de la réflexibilité des différens rayons de la lumière Sa définition de la réflexibilité n'est pas assez générale pour être satisfaisante, il est sûr

les couleurs matérielles en dépendent, le vermillon n'est rouge que parce qu'il réfléchit abondamment les rayons rouges de la lumière, et qu'il absorbe les autres; l'outremer ne paraît bleu que parce qu'il réfléchit fortement les rayons bleus, et qu'il reçoit dans ses pores tous les autres rayons qui s'y perdent. Il en est de même des autres couleurs des corps opaques et transparens; la transparence dépend de l'uniformité de densité; lorsque les parties composantes d'un corps sont d'égale densité, de quelque figure que soient ces mêmes parties, le corps sera toujours transparent. Si l'on réduit un corps transparent à une fort petite épaisseur, cette plaque mince produira des couleurs dont l'ordre et les principales apparences sont fort différentes des

---

que la plus grande facilité à être réfléchi est la même chose que la plus grande réflexibilité, il faut que cette plus grande facilité soit générale pour tous les cas : or qui sait si le rayon violet se réfléchit le plus aisément dans tous les cas, à cause que dans un cas particulier il rentre plutôt dans le verre que les autres rayons; la réflexion de la lumière suit les mêmes lois que le rebondissement de tous les corps à ressort; delà on doit conclure que les particules de lumière sont élastiques, et par conséquent la réflexibilité de la lumière sera toujours proportionnelle à son ressort, et dès-lors les rayons les plus réflexibles seront ceux qui auront le plus de ressort; qualité difficile à mesurer dans la matière de la lumière, parce qu'on ne peut mesurer l'intensité d'un ressort que par la vîtesse qu'il produit; il faudrait donc pour qu'il fût possible de faire une expérience sur cela, que les satellites de Jupiter fussent illuminés successivement par toutes les couleurs du prisme, pour reconnaître par leurs éclipses s'il y aurait plus ou moins de vîtesse dans le mouvement de la lumière violette que dans le mouvement de la lumière rouge; car ce n'est que par la comparaison de la vîtesse de ces deux différens rayons qu'on peut savoir si l'un a plus de ressort que l'autre ou plus de réflexibilité. Mais on n'a jamais observé que les satellites, au moment de leur émersion, aient d'abord paru violets, et ensuite éclairés successivement de toutes les couleurs du prisme; donc il est à présumer que les rayons de lumière ont à-peu-près tous un ressort égal, et par

phénomènes du sceptre ou de la frange colorée ; aussi ce n'est pas par la réfraction que ces couleurs sont produites, c'est par la réflexion : les plaques minces des corps transparens, les bulles de savon, les plumes des oiseaux, etc. paraissent bien colorées parce qu'elles réfléchissent certains rayons et laissent passer ou absorbent les autres ; ces couleurs ont leurs lois et dépendent de l'épaisseur de la plaque mince, une certaine épaisseur produit constamment une certaine couleur, toute autre épaisseur ne peut la produire, mais en produit une autre ; et lorsque cette épaisseur est diminuée à l'infini, en sorte qu'au lieu d'une plaque mince et transparente on n'a plus qu'une surface polie sur un corps opaque, ce poli qu'on peut regarder comme le premier degré de la transparence, produit aussi des couleurs

---

conséquent autant de réflexibilité D'ailleurs le cas particulier où le violet paraît être plus réflexible ne vient que de la réfraction, et ne paraît pas tenir à la réflexion, cela est aisé à démontrer. Newton a fait voir, à n'en pouvoir douter, que les rayons différens sont inégalement réfrangibles, que le rouge l'est le moins et le violet le plus de tous ; il n'est donc pas étonnant qu'à une certaine obliquité le rayon violet se trouvant en sortant du prisme plus oblique à la surface que tous les autres rayons, il soit le premier saisi par l'attraction du verre et contraint d'y rentrer, tandis que les autres rayons, dont l'obliquité est moindre, continuent leur route sans être assez attirés, pour être obligés de rentrer dans le verre ; ceci n'est donc pas, comme le prétend Newton, une vraie réflexion, c'est seulement une suite de la réfraction. Il me semble qu'il ne devait donc pas assurer en général que les rayons les plus réfrangibles étaient les plus réflexibles. Cela ne me paraît vrai qu'en prenant cette suite de la réfraction pour une réflexion, ce qui n'en est pas une : car il est évident qu'une lumière qui tombe sur un miroir et qui en rejaillit en formant un angle de réflexion égal à celui d'incidence, est dans un cas bien différent de celui où elle se trouve au sortir d'un verre si oblique à la surface qu'elle est contrainte d'y rentrer ; ces deux phénomènes n'ont rien de commun, et ne peuvent, à mon avis, s'expliquer par la même cause.

par la réflexion, qui ont encore d'autres lois ; car lorsqu'on laisse tomber un trait de lumière sur un miroir de métal, ce trait de lumière ne se réfléchit pas tout entier sous le même angle, il s'en disperse une partie qui produit des couleurs dont les phénomènes, aussi bien que ceux des plaques minces, n'ont pas encore été assez observés.

Toutes les couleurs dont je viens de parler sont naturelles et dépendent uniquement des propriétés de la lumière ; mais il en est d'autres qui me paraissent accidentelles et qui dépendent autant de notre organe que de l'action de la lumière. Lorsque l'œil est frappé ou pressé, on voit des couleurs dans l'obscurité ; lorsque cet organe est mal disposé ou fatigué, on voit encore des couleurs ; c'est ce genre de couleurs que j'ai cru devoir appeler *couleurs accidentelles*, pour les distinguer des couleurs naturelles, et parce qu'en effet elles ne paraissent jamais que lorsque l'organe est forcé ou qu'il a été trop fortement ébranlé.

Personne n'a fait avant le Dr. Jurin la moindre observation sur ce genre de couleurs, cependant elles tiennent aux couleurs naturelles par plusieurs rapports, et j'ai découvert une suite de phénomènes singuliers sur cette matière, que je vais rapporter le plus succinctement qu'il me sera possible.

Lorsqu'on regarde fixement et long-tems une tache ou une figure rouge sur un fond blanc, comme un petit quarré de papier rouge sur un papier blanc, on voit naître autour du petit quarré rouge une espèce de couronne d'un vert faible ; en cessant de regarder le quarré rouge si on porte l'œil sur le papier blanc, on voit très-distinctement un quarré d'un vert tendre, tirant un peu sur le bleu ; cette apparence subsiste plus ou moins long-tems, selon que l'impression de la couleur rouge

a été plus ou moins forte. La grandeur du quarré vert imaginaire, est la même que celle du quarré réel rouge, et ce vert ne s'évanouit qu'après que l'œil s'est rassuré et s'est porté successivement sur plusieurs autres objets dont les images détruisent l'impression trop forte causée par le rouge.

En regardant fixement et long-tems une tache jaune sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache une couronne d'un bleu pâle, et en cessant de regarder la tache jaune et portant son œil sur un autre endroit du fond blanc, on voit distinctement une tache bleue de la même figure et de la même grandeur que la tache jaune, et cette apparence dure au moins aussi long-tems que l'apparence du vert produit par le rouge. Il m'a même paru, après avoir fait moi-même, et après avoir fait répéter cette expérience à d'autres dont les yeux étaient meilleurs et plus forts que les miens, que cette impression du jaune était plus forte que celle du rouge, et que la couleur bleue qu'elle produit s'effaçait plus difficilement et subsistait plus long-tems que la couleur verte produite par le rouge; ce qui semble prouver ce qu'a soupçonné Newton, que le jaune est de toutes les couleurs celle qui fatigue le plus nos yeux.

Si l'on regarde fixement et long-tems une tache verte sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache verte une couleur blanchâtre, qui est à peine colorée d'une petite teinte de pourpre; mais en cessant de regarder la tache verte et en portant l'œil sur un autre endroit du fond blanc, on voit distinctement une tache d'un pourpre pâle, semblable à la couleur d'une améthiste pâle, cette apparence est plus faible et ne dure pas, à beaucoup près, aussi long-tems que les couleurs bleues et vertes produites par le jaune et par le rouge.

De même en regardant fixement et long-tems une tache bleue sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache bleue une couronne blanchâtre un peu teinte de rouge, et en cessant de regarder la tache bleue et portant l'œil sur le fond blanc, on voit une tache d'un rouge pâle, toujours de la même figure et de la même grandeur que la tache bleue, et cette apparence ne dure pas plus long-tems que l'apparence pourpre produite par la tache verte.

En regardant de même avec attention une tache noire sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache noire une couronne d'un blanc vif, et cessant de regarder la tache noire et portant l'œil sur un autre endroit du fond blanc, on voit la figure de la tache exactement dessinée et d'un blanc beaucoup plus vif que celui du fond; ce blanc n'est pas mat, c'est un blanc brillant semblable au blanc du premier ordre des anneaux colorés décrits par Newton; et au contraire, si on regarde longtems une tâche blanche sur un fond noir, on voit la tâche blanche se décolorer, et en portant l'œil sur un autre endroit du fond noir, on y voit une tache d'un noir plus vif que celui du fond.

Voilà donc une suite de couleurs accidentelles qui a des rapports avec la suite des couleurs naturelles; le rouge naturel produit le vert accidentel, le jaune produit le bleu; le vert produit le pourpre, le bleu produit le rouge, le noir produit le blanc, et le blanc produit le noir. Ces couleurs accidentelles n'existent que dans l'organe fatigué, puisqu'un autre œil ne les aperçoit pas; elles ont même une apparence qui les distingue des couleurs naturelles, c'est qu'elles sont tendres, brillantes, et qu'elles paraissent être à différentes distances, selon qu'on les rapporte à des objets voisins ou éloignés.

Toutes ces expériences ont été faites sur des couleurs

mattes avec des morceaux de papiers ou d'étoffes colorées, mais elles réussissent encore mieux lorsqu'on les fait sur des couleurs brillantes, comme avec de l'or brillant et poli, au lieu de papier ou d'étoffe jaune; avec de l'argent brillant, au lieu du papier blanc; avec du lapis, au lieu de papier bleu, etc. l'impression de ces couleurs brillantes est plus vive et dure beaucoup plus long-tems.

Tout le monde sait qu'après avoir regardé le soleil, on porte quelquefois pendant long-tems l'image colorée de cet astre sur tous les objets, la lumière trop vive du soleil produit en un instant ce que la lumière ordinaire des corps ne produit qu'au bout d'une minute ou deux d'application fixé de l'œil sur les couleurs; ces images colorées du soleil que l'œil ébloui et trop fortement ébranlé porte partout, sont des couleurs du même genre que celles que nous venons de décrire, et l'application de leurs apparences dépend de la même théorie.

Je n'entreprendrai pas de donner ici les idées qui me sont venues sur ce sujet, quelqu'assuré que je sois de mes expériences, je ne suis pas assez certain des conséquences qu'on en doit tirer, pour oser rien hasarder encore sur la théorie de ces couleurs, et je me contenterai de rapporter d'autres observations qui confirment les expériences précédentes, et qui serviront sans doute à éclairer cette matière.

En regardant fixement et fort long-tems un quarré d'un rouge vif sur un fond blanc on voit d'abord naître la petite couronne de vert tendre, dont j'ai parlé; ensuite en continuant à regarder fixement le quarré rouge, on voit le milieu du quarré se décolorer, et les côtés se charger de couleur et former comme un cadre d'un rouge plus fort et beaucoup plus foncé que le milieu; ensuite en s'éloignant un peu et continuant à regarder toujours

fixement, on voit le cadre de rouge foncé se partager en deux dans les quatre côtés, et former une croix d'un rouge aussi foncé; le quarré rouge paraît alors comme une fenêtre traversée dans son milieu par une grosse croisée et quatre panneaux blancs, car le cadre de cette espèce de fenêtre est d'un rouge aussi fort que la croisée; continuant toujours à regarder avec opiniâtreté, cette apparence change encore, et tout se réduit à un rectangle d'un rouge si foncé, si fort et si vif, qu'il offusque entièrement les yeux; ce rectangle est de la même hauteur que le quarré, mais il n'a pas la sixième partie de sa largeur : ce point est le dernier degré de fatigue que l'œil peut supporter; et lorsqu'enfin on détourne l'œil de cet objet, et qu'on le porte sur un autre endroit du fond blanc, on voit au lieu du quarré rouge réel, l'image du rectangle rouge imaginaire, exactement dessinée et d'une couleur verte brillante; cette impression subsiste fort long-tems, ne se décolore que peu à-peu, elle reste dans l'œil même après l'avoir fermé. Ce que je viens de dire du quarré rouge, arrive aussi lorsqu'on regarde très-long-tems un quarré jaune ou noir ou de toute autre couleur, on voit de même le cadre jaune ou noir, la croix et le rectangle; et l'impression qui reste, est un rectangle bleu, si on a regardé du jaune; un rectangle blanc brillant, si on a regardé un quarré noir, etc.

J'ai fait faire les expériences que je viens de rapporter à plusieurs personnes, elles ont vu comme moi les mêmes couleurs et les mêmes apparences. Un de mes amis m'a assuré à cette occasion, qu'ayant regardé un jour une éclipse de soleil par un petit trou, il avait porté pendant plus de trois semaines l'image colorée de cet astre sur tous les objets; que quand il fixait ses yeux sur du jaune brillant, comme sur une bordure dorée, il voyait une tache pourpre, et sur du bleu comme sur

un toit d'ardoises, une tache verte. J'ai moi-même souvent regardé le soleil et j'ai vu les mêmes couleurs; mais comme je craignais de me faire mal aux yeux en regardant cet astre, j'ai mieux aimé continuer mes expériences sur des étoffes colorées, et j'ai trouvé qu'en effet ces couleurs accidentelles changent en se mêlant avec les couleurs naturelles, et qu'elles suivent les mêmes règles pour les apparences; car lorsque la couleur verte accidentelle, produite par le rouge naturel, tombe sur un fond rouge brillant, cette couleur verte devient jaune; si la couleur accidentelle bleue, produite par le jaune vif, tombe sur un fond jaune, elle devient verte; en sorte que les couleurs qui résultent du mélange de ces couleurs accidentelles avec les couleurs naturelles, suivent les mêmes règles et ont les mêmes apparences que les couleurs naturelles dans leur composition et dans leur mélange avec d'autres couleurs naturelles.

Ces observations pourront être de quelque utilité pour la connaissance des incommodités des yeux, qui viennent probablement d'un grand ébranlement causé par l'impression trop vive de la lumière; une de ces incommodités, est de voir toujours devant ses yeux des taches colorées, des cercles blancs ou des points noirs comme des mouches qui voltigent. J'ai ouï bien des personnes se plaindre de cette espèce d'incommodité, et j'ai lu dans quelques auteurs de médecine, que la goutte sereine est toujours précédée de ces points noirs. Je ne sais pas si leur sentiment est fondé sur l'expérience, car j'ai éprouvé moi-même cette incommodité, j'ai vu des points noirs pendant plus de trois mois en si grande quantité que j'en étais fort inquiet; j'avais apparemment fatigué mes yeux en faisant et en répétant trop souvent les expériences précéden-

tes, et en regardant quelquefois le soleil, car les points noirs ont paru dans ce même tems, et je n'en avais jamais vu de ma vie; mais enfin ils m'incommodaient tellement, sur-tout lorsque je regardais au grand jour des objets fortement éclairés, que j'étais contraint de détourner les yeux; le jaune sur-tout m'était insupportable, et j'ai été obligé de changer des rideaux jaunes dans la chambre que j'habitais et d'en mettre de verts; j'ai évité de regarder toutes les couleurs trop fortes et tous les objets brillans; peu-à-peu le nombre des points noirs a diminué, et actuellement je n'en suis plus incommodé. Ce qui m'a convaincu que ces points noirs viennent de la trop forte impression de la lumière, c'est qu'après avoir regardé le soleil, j'ai toujours vu une image colorée que je portais plus ou moins long-tems sur tous les objets, et suivant avec attention les différentes nuances de cette image colorée, j'ai reconnu qu'elle se décolorait peu-à-peu, et qu'à la fin je ne portais plus sur les objets qu'une tache noire, d'abord assez grande, qui diminuait ensuite peu-à-peu, et se réduisait enfin à un point noir.

Je vais rapporter à cette occasion un fait qui est assez remarquable, c'est que je n'étais jamais plus incommodé de ces points noirs que quand le ciel était couvert de nuées blanches; ce jour me fatiguait beaucoup plus que la lumière d'un ciel serein, et cela parce qu'en effet la quantité de lumière réfléchie par un ciel couvert de nuées blanches, est beaucoup plus grande que la quantité de lumière réfléchie par l'air pur; et qu'à l'exception des objets éclairés immédiatement par des rayons du soleil, tous les autres objets qui sont dans l'ombre, sont beaucoup moins éclairés que ceux qui le sont par la lumière réfléchie d'un ciel couvert de nuées blanches.

Avant que de terminer ce mémoire, je crois devoir encore annoncer un fait qui paraîtra peut-être extraordinaire, mais qui n'en est pas moins certain, et que je suis fort étonné qu'on n'ait pas observé; c'est que les ombres des corps qui par leur essence doivent être noires, puisqu'elles ne sont que la privation de la lumière, que les ombres, dis-je, sont toujours colorées au lever et au coucher du soleil; j'ai observé pendant l'été de l'année 1743, plus de trente aurores et autant de soleils couchans, toutes les ombres qui tombaient sur du blanc, comme sur une muraille blanche, étaient quelquefois vertes, mais le plus souvent bleues, et d'un bleu aussi vif que le plus bel azur. J'ai fait voir ce phénomène à plusieurs personnes qui ont été aussi surprises que moi; la saison n'y fait rien; car il n'y a pas huit jours (15 novembre 1743) que j'ai vu des ombres bleues, et quiconque voudra se donner la peine de regarder l'ombre de l'un de ses doigts au lever ou au coucher du soleil sur un morceau de papier blanc, verra comme moi cette ombre bleue. Je ne sache pas qu'aucun astronome, qu'aucun physicien, que personne, en un mot, ait parlé de ce phénomène, et j'ai cru qu'en faveur de la nouveauté on me permettrait de donner le précis de cette observation.

Au mois de juillet 1743, comme j'étais occupé de mes couleurs accidentelles, et que je cherchais à voir le soleil, dont l'œil soutient mieux la lumière à son coucher qu'à toute autre heure du jour, pour reconnaître ensuite les couleurs et les changemens de couleurs causés par cette impression, je remarquai que les ombres des arbres qui tombaient sur une muraille blanche étaient vertes; j'étais dans un lieu élevé et le soleil se couchait dans une gorge de montagnes, en sorte qu'il me paraissait fort abaissé audessous de mon hori-

zon; le ciel était serein, à l'exception du couchant, qui, quoiqu'exempt de nuages, était chargé d'un rideau transparent de vapeurs d'un jaune rougeâtre, le soleil lui-même fort rouge, et sa grandeur apparente au moins quadruple de ce qu'elle est à midi; je vis donc très-distinctement les ombres des arbres qui étaient à 20 et 30 pieds de la muraille blanche, colorés d'un vert tendre tirant un peu sur le bleu; l'ombre d'un treillage qui était à trois pieds de la muraille, était parfaitement dessinée sur cette muraille, comme si on l'avait nouvellement peinte en vert-de-gris : cette apparence dura près de 5 minutes, après quoi la couleur s'affaiblit avec la lumière du soleil, et ne disparut entièrement qu'avec les ombres. Le lendemain, au lever du soleil, j'allai regarder d'autres ombres sur une muraille blanche, mais au lieu de les trouver vertes, comme je m'y attendais, je les trouvai bleues ou plutôt de la couleur de l'indigo le plus vif; le ciel était serein, et il n'y avait qu'un petit rideau de vapeurs jaunâtres au levant, le soleil se levait sur une colline, en sorte qu'il me paraissait élevé audessus de mon horizon, les ombres bleues ne durèrent que 3 minutes, après quoi elles me parurent noires; le même jour je revis au coucher du soleil les ombres vertes, comme je les avais vues la veille. Six jours se passèrent ensuite sans pouvoir observer les ombres au coucher du soleil, parce qu'il était toujours couvert de nuages; le septième jour je vis le soleil à son coucher, les ombres n'étaient plus vertes, mais d'un beau bleu d'azur, je remarquai que les vapeurs n'étaient pas fort abondantes, et que le soleil ayant avancé pendant sept jours, se couchait derrière un rocher qui le faisait disparaître avant qu'il pût s'abaisser audessus de mon horizon. Depuis ce tems j'ai très-souvent observé les ombres, soit au lever, soit au cou-

cher du soleil, et je ne les ai vues que bleues, quelquefois d'un bleu fort vif, d'autres fois d'un bleu pâle, d'un bleu foncé, mais constamment bleues.

Ce mémoire a été imprimé dans ceux de l'Académie Royale des Sciences, *année* 1743. Voici ce que je crois devoir y ajouter aujourd'hui (*année* 1773).

Des observations plus fréquentes m'ont fait reconnaître que les ombres ne paraissent jamais vertes au lever ou au coucher du soleil, que quand l'horizon est chargé de beaucoup de vapeurs rouges ; dans tout autre cas les ombres sont toujours bleues, et d'autant plus bleues que le ciel est plus serein. Cette couleur bleue des ombres, n'est autre chose que la couleur même de l'air, et je ne sais pourquoi quelques Physiciens ont défini l'air *un fluide invincible, inodore, insipide*, puisqu'il est certain que l'azur céleste n'est autre chose que la couleur de l'air ; qu'à la vérité il faut une grande épaisseur d'air, pour que notre œil s'aperçoive de la couleur de cet élément, mais que néanmoins lorsqu'on regarde de loin des objets sombres, on les voit toujours plus ou moins bleus. Cette observation que les physiciens n'avaient pas faite sur les ombres et sur les objets sombres vus de loin, n'avait pas échappé aux habiles peintres, et elle doit en effet servir de base à la couleur des objets lointains, qui tous auront une nuance bleuâtre d'autant plus sensible qu'ils seront supposés plus éloignés du point de vue.

On pourra me demander comment cette couleur bleue qui n'est sensible à notre œil que quand il y a une très-grande épaisseur d'air, se marque néanmoins si fortement à quelques pieds de distance au lever et au coucher du soleil ? comment il est possible que cette couleur de l'air, qui est à peine sensible à dix mille toises de distance, puisse donner à l'ombre

noire d'un treillage, qui n'est éloigné de la muraille blanche que de trois pieds, une couleur du plus beau bleu : c'est en effet de la solution de cette question que dépend l'explication du phénomène. Il est certain que la petite épaisseur d'air qui n'est que de trois pieds entre le treillage et la muraille, ne peut pas donner à la couleur noire de l'ombre une nuance aussi forte de bleu ; si cela était, on verrait à midi et dans tous les autres tems du jour, les ombres bleues comme on les voit au lever et au coucher du soleil. Ainsi cette apparence ne dépend pas uniquement, ni même presque point du tout de l'épaisseur de l'air entre l'objet et l'ombre. Mais il faut considérer qu'au lever et au coucher du soleil, la lumière de cet astre étant affaiblie à la surface de la terre, autant qu'elle peut l'être par la plus grande obliquité de cet astre, les ombres sont moins denses, c'est-à-dire, moins noires dans la même proportion, et qu'en même-tems la terre n'étant plus éclairée que par cette faible lumière du soleil qui ne fait qu'en raser la superficie, la masse de l'air qui est plus élevée, et qui par conséquent reçoit encore la lumière du soleil bien moins obliquement, nous renvoie cette lumière, et nous éclaire alors autant et peut-être plus que le soleil. Or cet air pur et bleu ne peut nous éclairer qu'en nous renvoyant une grande quantité de rayons de sa même couleur bleue, et lorsque ces rayons bleus que l'air réfléchit, tomberont sur des objets privés de toute autre couleur comme les ombres, il les teindront d'une plus ou moins forte nuance de bleu, selon qu'il y aura moins de lumière directe du soleil, et plus de lumière réfléchie de l'atmosphère. Je pourrais ajouter plusieurs autres choses qui viendraient à l'appui de cette explication, mais je pense que ce que je viens de dire, est suffisant pour que les bons esprits l'entendent et en soient satisfaits.

Je crois devoir citer ici quelques faits observé par M. l'abbé Millot, ancien grand vicaire de Lyon, qui a eu la bonté de me les communiquer par ses lettres des 18 août 1754 et 10 février 1755, dont voici l'extrait. « Ce n'est pas seulement au lever et au coucher du soleil, que les ombres se colorent. A midi le ciel étant couvert de nuages, excepté en quelques endroits, vis-à-vis d'une de ces ouvertures que laissaient entr'eux les nuages, j'ai fait tomber des ombres d'un fort beau bleu sur du papier blanc, à quelques pas d'une fenêtre. Les nuages s'étant joints, le bleu disparut. J'ajouterai en passant, que plus d'une fois j'ai vu l'azur du ciel se peindre, comme dans un miroir, sur une muraille où la lumière tombait obliquement. Mais voici d'autres observations plus importantes à mon avis; avant que d'en faire le détail, je suis obligé de tracer la topographie de ma chambre : elle est à un troisième étage; la fenêtre près d'un angle au couchant, la porte presque vis-à-vis. Cette porte donne dans une galerie, au bout de laquelle, à deux pas de distance, est une fenêtre située au midi. Les jours des deux fenêtres se réunissent, la porte étant ouverte contre une des murailles; et c'est-là que j'ai vu des ombres colorées presque à toute heure, mais principalement sur les dix heures du matin. Les rayons du soleil que la fenêtre de la galerie reçoit encore obliquement, ne tombent point par celle de la chambre, sur la muraille dont je viens de parler. Je place à quelques pouces de cette muraille des chaises de bois à dossier percé. Les ombres en sont alors de couleurs quelquefois très-vives. J'en ai vu qui, quoique projetées du même côté, étaient l'une d'un vert foncé, l'autre d'un bel azur. Quand la lumière est tellement ménagée, que les ombres soient également sensibles de part et d'autre, celle qui est opposée à la fenêtre de la

chambre est ou bleue ou violette ; l'autre tantôt jaunâtre. Celle-ci est accompagnée d'une espèce de pénombre bien colorée, qui forme comme une double bordure bleue d'un côté, et de l'autre verte ou rouge ou jaune, selon l'intensité de la lumière. Que je ferme les volets de ma fenêtre, les couleurs de cette pénombre n'en ont souvent que plus d'éclat; elles disparaissent si je ferme la porte à moitié. Je dois ajouter que le phénomène n'est pas à beaucoup près si sensible en hiver. Ma fenêtre est au couchant d'été, je fis mes premières expériences dans cette saison, dans un tems où les rayons du soleil tombaient obliquement sur la muraille qui fait angle avec celle où les ombres se coloraient. »

On voit par ces observations de M. l'abbé Millot, qu'il suffit que la lumière du soleil tombe très-obliquement sur une surface, pour que l'azur du ciel, dont la lumière tombe toujours directement, s'y peigne et colore les ombres. Mais les autres apparences dont il fait mention, ne dépendent que de la position des lieux et d'autres circonstances accessoires.

ESSAI D'ARITHMÉTIQUE MORALE.

I. Je n'entreprends point ici de donner des essais sur la morale en général ; cela demanderait plus de lumières que je ne m'en suppose, et plus d'art que je ne m'en reconnais. La première et la plus saine partie de la morale, est plutôt une application des maximes de notre divine religion, qu'une science humaine ; et je me garderai bien d'oser tenter des matières où la loi de Dieu fait nos principes, et la foi notre calcul. La reconnaissance respectueuse ou plutôt l'adoration que l'homme doit à son créateur ; la charité fraternelle, ou plutôt l'amour qu'il doit à son prochain, sont des sentimens naturels et des vertus écrites dans une âme bien faite ; tout ce qui émane de cette source pure, porte le caractère de la vérité ; la lumière en est si vive que le prestige de l'erreur ne peut l'obscurcir, l'évidence si grande qu'elle n'admet ni raisonnement, ni délibération, ni doute, et n'a d'autre mesure que la conviction.

La mesure des choses incertaines fait ici mon objet, je vais tâcher de donner quelques règles pour estimer les rapports de vraisemblance, les degrés de probabilité, le poids des témoignages, l'influence des hasards, l'inconvénient des risques ; et juger en même-tems de la valeur réelle de nos craintes et de nos espérances.

II. Il y a des vérités de différens genres, des certitudes de différens ordres, des probabilités de différens degrés. Les vérités qui sont purement intellectuelles, comme celles de la géométrie se réduisent toutes à des vérités de définition ; il ne s'agit pour résoudre

le problème le plus difficile que de le bien entendre, et il n'y a dans le calcul et dans les autres sciences purement spéculatives, d'autres difficultés que celles de démêler ce que nous y avons mis, et délier les nœuds que l'esprit humain s'est fait une étude de nouer et serrer d'après les définitions qui servent de fondement et de trame à ces sciences. Toutes leurs propositions peuvent toujours être démontrées évidemment, parce qu'on peut toujours remonter de chacune de ces propositions à d'autres propositions antécédentes qui leur sont identiques, et de celles-ci à d'autres jusqu'aux définitions. C'est par cette raison que l'évidence, proprement dite, appartient aux sciences mathématiques et n'appartient qu'à elles; car on doit distinguer l'évidence du raisonnement, de l'évidence qui nous vient par les sens, c'est-à-dire, l'évidence intellectuelle de l'intuition corporelle; celle-ci n'est qu'une appréhension nette d'objets ou d'images, l'autre est une comparaison d'idées semblables ou identiques; ou plutôt c'est la perception immédiate de leur identité.

III. Dans les sciences physiques, l'évidence est remplacée par la certitude; l'évidence n'est pas susceptible de mesure, parce qu'elle n'a qu'une seule propriété absolue, qui est la négation nette ou l'affirmation de la chose qu'elle démontre; mais la certitude n'étant jamais d'un positif absolu, a des rapports que l'on doit comparer et dont on peut estimer la mesure. La certitude physique, c'est-à-dire, la certitude de toutes la plus certaine, n'est néanmoins que la probabilité presque infinie qu'un effet, un événement qui n'a jamais manqué d'arriver, arrivera encore une fois; par exemple, puisque le soleil s'est toujours levé, il est dès-lors physiquement certain qu'il se levera demain; une raison pour être, c'est d'avoir été, mais une rai-

son pour cesser d'être, c'est d'avoir commencé d'être; et par conséquent l'on ne peut pas dire qu'il soit également certain que le soleil se levera toujours, à moins de lui supposer une éternité antécédente, égale à la perpétuité subséquente, autrement il finira puisqu'il a commencé. Car nous ne devons juger de l'avenir que par la vue du passé; dès qu'une chose a toujours été, ou s'est toujours faite de la même façon, nous devons être assurés qu'elle sera ou se fera toujours de cette même façon : par *toujours*, j'entends un très-long-tems, et non pas une éternité absolue, le toujours de l'avenir n'étant jamais qu'égal au toujours du passé. L'absolu de quelque genre qu'il soit, n'est ni du ressort de la nature ni de celui de l'esprit humain. Les hommes ont regardé, comme des effets ordinaires et naturels, tous les événemens qui ont cette espèce de certitude physique; un effet, qui arrive toujours cesse de nous étonner : au contraire un phénomène qui n'aurait jamais paru, ou qui, étant toujours arrivé de même façon, cesserait d'arriver ou arriverait d'une façon différente, nous étonnerait avec raison, et serait un événement qui nous paraîtrait si extraordinaire, que nous le regarderions comme surnaturel.

IV. Ces effets naturels, qui ne nous surprennent pas, ont néanmoins tout ce qu'il faut pour nous étonner : quel concours de causes, quel assemblage de principes ne faut-il pas pour produire un seul insecte, une seule plante ! quelle prodigieuse combinaison d'élémens, de mouvemens et de ressorts dans la machine animale ! Les plus petits ouvrages de la nature sont des sujets de la plus grande admiration. Ce qui fait que nous ne sommes point étonnés de toutes ces merveilles, c'est que nous sommes nés dans ce monde de merveilles, que nous les avons toujours vues, que notre entende-

ment et nos yeux y sont également accoutumés; enfin que toutes ont été avant et seront encore après nous. Si nous étions nés dans un autre monde avec une autre forme de corps et d'autre sens, nous aurions eu d'autres rapports avec les objets extérieurs, nous aurions vu d'autres merveilles et n'en aurions pas été plus surpris; les unes et les autres sont fondées sur l'ignorance des causes, et sur l'impossibilité de connaître la réalité des choses dont il ne nous est permis d'apercevoir que les relations qu'elles ont avec nous-mêmes.

Il y a donc deux manières de considérer les effets naturels; la première, est de les voir tels qu'ils se présentent à nous sans faire attention aux causes, ou plutôt sans leur chercher de causes; la seconde, c'est d'examiner les effets dans la vue de les rapporter à des principes et à des causes; ces deux points de vue sont fort différens et produisent des raisons différentes d'étonnement, l'un cause la sensation de la surprise, et l'autre fait naître le sentiment de l'admiration.

V. Nous ne parlerons ici que de cette première manière de considérer les effets de la nature; quelqu'incompréhensibles, quelque compliqués qu'ils nous paraissent, nous les jugerons comme les plus évidens et les plus simples, et uniquement par leurs résultats; par exemple, nous ne pouvons concevoir ni même imaginer pourquoi la matière s'attire, et nous nous contenterons d'être sûrs que réellement elle s'attire; nous jugerons dès-lors qu'elle s'est toujours attirée et qu'elle continuera toujours de s'attirer: il en est de même des autres phénomènes de toute espèce, quelqu'incroyables qu'ils puissent nous paraître, nous les croirons si nous sommes sûrs qu'ils sont arrivés très-souvent, nous en douterons s'ils ont manqué aussi souvent qu'ils sont arrivés; enfin nous les nierons si nous

croyons être sûrs qu'ils ne sont jamais arrivés ; en un mot, selon que nous les aurons vus et reconnus, ou que nous aurons vu et reconnu le contraire.

Mais si l'expérience est la base de nos connaissances physiques et morales, l'analogie en est le premier instrument, lorsque nous voyons qu'une chose arrive constamment d'une certaine façon, nous sommes assurés, par notre expérience, qu'elle arrivera encore de la même façon ; et lorsque l'on nous rapporte qu'une chose est arrivée de telle ou telle manière, si ces faits ont de l'analogie avec les autres faits que nous connaissons par nous-mêmes, dès-lors nous les croyons, au contraire, si le fait n'a aucune analogie avec les effets ordinaires, c'est-à-dire, avec les choses qui nous sont connues, nous devons en douter ; et s'il est directement opposé à ce que nous connaissons, nous n'hésitons pas à le nier.

VI. L'expérience et l'analogie peuvent nous donner des certitudes différentes à-peu-près égales, et quelquefois de même genre ; par exemple, je suis presque aussi certain de l'existence de la ville de Constantinople que je n'ai jamais vue, que de l'existence de la lune que j'ai vue si souvent, et cela parce que les témoignages en grand nombre peuvent produire une certitude presque égale à la certitude physique, lorsqu'ils portent sur des choses qui ont une pleine analogie avec celles que nous connaissons. La certitude physique doit se mesurer par un nombre immense des probabilités, puisque cette certitude est produite par une suite constante d'observations, qui font ce qu'on appelle l'*expérience de tous les tems*. La certitude morale doit se mesurer par un moindre nombre de probabilités, puisqu'elle ne suppose qu'un certain nombre d'analogies avec ce qui nous est connu.

En supposant un homme qui n'eût jamais rien vu, rien entendu, cherchons comment la croyance et le

doute se produiraient dans son esprit ; supposons-le frappé pour la première fois par l'aspect du soleil ; il le voit briller au haut des cieux, ensuite décliner et enfin disparaître ; qu'en peut-il conclure ? rien sinon qu'il a vu le soleil, qu'il l'a vu suivre une certaine route, et qu'il ne le voit plus ; mais cet astre reparaît et disparaît encore le lendemain ; cette seconde vision est une première expérience, qui doit produire en lui l'espérance de revoir le soleil, et il commence à croire qu'il pourrait revenir, cependant il en doute beaucoup ; le soleil reparaît de nouveau ; cette troisième vision fait une seconde expérience qui diminue le doute autant qu'elle augmente la probabilité d'un troisième retour ; une troisième expérience l'augmente au point qu'il ne doute plus guère que le soleil ne revienne une quatrième fois ; et enfin, quand il aura vu cet astre de lumière paraître et disparaître régulièrement dix, vingt, cent fois de suite, il croira être certain qu'il le verra toujours paraître, disparaître et se mouvoir de la même façon ; plus il aura d'observations semblables, plus la certitude de voir le soleil se lever le lendemain sera grande ; chaque observation, c'est-à-dire, chaque jour, produit une probabilité, et la somme de ces probabilités réunies, dès qu'elle est très-grande, donne la certitude physique ; l'on pourra donc toujours exprimer cette certitude par les nombres, en datant de l'origine du tems de notre expérience, et il en sera de même de tous les autres effets de la nature ; par exemple, si l'on veut réduire ici l'ancienneté du monde et de notre expérience à six mille ans, le soleil ne s'est levé pour nous [1] que 2 millions 190 mille fois,

[1] Je dis pour nous, ou plutôt pour notre climat, car cela ne serait pas exactement vrai pour le climat des pôles.

et comme à dater du second jour qu'il s'est levé, les probabilités de se lever le lendemain augmentent, comme la suite 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64.... ou 2^{n-1}. On aura (lorsque dans la suite naturelle des nombres, n est égale 2,190000), on aura, dis-je, $2^{n-1} = 2^{2,189999}$; ce qui est déjà un nombre si prodigieux que nous ne pouvons nous en former une idée, et c'est par cette raison qu'on doit regarder la certitude physique comme composée d'une immensité de probabilités; puisqu'en reculant la date de la création seulement de deux milliers d'années, cette immensité de probabilités devient 2^{2000} fois plus que $2^{2,89999}$.

VII. Mais il n'est pas aussi aisé de faire l'estimation de la valeur de l'analogie, ni par conséquent de trouver la mesure de la certitude morale; c'est à la vérité le degré de probabilité qui fait la force du raisonnement analogique; et en elle-même l'analogie n'est que la somme des rapports avec les choses connues; néanmoins, selon que cette somme ou ce rapport en général sera plus ou moins grand, la conséquence du raisonnement analogique sera plus ou moins sûre, sans cependant être jamais absolument certaine; par exemple, qu'un témoin, que je suppose de bon sens, me dise qu'il vient de naître un enfant dans cette ville, je le croirai sans hésiter, le fait de la naissance d'un enfant n'ayant rien que de fort ordinaire, mais ayant au contraire une infinité de rapports avec les choses connues, c'est-à-dire avec la naissance de tous les autres enfans, je croirai donc ce fait sans cependant en être absolument certain; si le même homme me disait que cet enfant est né avec deux têtes, je le croirais encore, mais plus faiblement, un enfant avec deux têtes ayant moins de rapport avec les choses connues; s'il ajoutait que ce nouveau-né a non-seulement deux têtes, mais qu'il a encore six bras

et huit jambes, j'aurais avec raison bien de la peine à le croire, et cependant quelque faible que fût ma croyance, je ne pourrais la lui refuser en entier; ce monstre, quoique fort extraordinaire, n'étant néanmoins composé que de parties qui ont toutes quelque rapport avec les choses connues, et n'y ayant que leur assemblage et leur nombre de fort extraordinaire. La force du raisonnement analogique sera donc toujours proportionnelle à l'analogie elle-même, c'est-à-dire, au nombre des rapports avec les choses connues, et il ne s'agira, pour faire un bon raisonnement analogique, que de se mettre bien au fait de toutes les circonstances, les comparer avec les circonstances analogues, sommer le nombre de celle-ci, prendre ensuite un modèle de comparaison auquel on rapportera cette valeur trouvée, et l'on aura au juste la probabilité, c'est-à-dire, le degré de force du raisonnement analogique.

VIII. Il y a donc une distance prodigieuse entre la certitude physique et l'espèce de certitude qu'on peut déduire de la plupart des analogies; la première est une somme immense de probabilités qui nous force à croire; l'autre n'est qu'une probabilité plus ou moins grande, et souvent si petite qu'elle nous laisse dans la perplexité. Le doute est toujours en raison inverse de la probabilité, c'est-à-dire, qu'il est d'autant plus grand que la probabilité est plus petite. Dans l'ordre des certitudes produites par l'analogie, on doit placer la certitude morale; elle semble même tenir le milieu entre le doute et la certitude physique; et ce milieu n'est pas un point, mais une ligne très-étendue, et de laquelle il est bien difficile de déterminer les limites : on sent bien que c'est un certain nombre de probabilités qui fait la certitude morale, mais quel est ce nombre? et pouvons-nous espérer de le déterminer aussi précisément que

celui par lequel nous venons de présenter la certitude physique ?

Après y avoir réfléchi, j'ai pensé que de toutes les probabilités morales possibles, celle qui affecte le plus l'homme en général, c'est la crainte de la mort, et j'ai senti dès-lors que toute crainte ou toute espérance, dont la probabilité serait égale à celle qui produit la crainte de la mort, peut dans le moral être prise pour l'unité à laquelle on doit rapporter la mesure des autres craintes; et j'y rapporte de même celles des espérances, car il n'y a de différence entre l'espérance et la crainte, que celle du positif au négatif; et les probabilités de toutes deux doivent se mesurer de la même manière. Je cherche donc quelle est réellement la probabilité qu'un homme qui se porte bien, et qui par conséquent n'a nulle crainte de la mort, meure néanmoins dans les vingt-quatre heures. En consultant les tables de mortalité, je vois qu'on en peu déduire qu'il n'y a que dix mille cent quatre-vingt-neuf à parier contre un qu'un homme de cinquante-six ans vivra plus d'un jour. Or comme tout homme de cet âge, où la raison a acquis toute sa maturité, et l'expérience toute sa force, n'a néanmoins nulle crainte de la mort dans les vingt-quatre heures, quoiqu'il n'y ait que dix mille cent quatre-vingt-neuf à parier contre un qu'il ne mourra pas dans ce court intervalle de tems, j'en conclus que toute probabilité égale ou plus petite, doit être regardée comme nulle, et que toute crainte ou toute espérance qui se trouve audessous de dix mille, ne doit ni nous affecter, ni même nous occuper un seul instant le cœur ou la tête.

Pour me faire mieux entendre, supposons que dans une loterie où il n'y a qu'un seul lot et dix mille billet, je dis que la probabilité d'obtenir le lot n'étant

que d'un contre dix mille, son espérance est nulle, puisqu'il n'y a pas plus de probabilité, c'est-à-dire, de raison d'espérer le lot, qu'il y en a de craindre la mort dans les vingt-quatre heures; et que cette crainte ne l'affectant en aucune façon, l'espérance du lot ne doit pas l'affecter davantage, et même encore beaucoup moins puisque l'intensité de la mort est bien plus grande que l'intensité de toute autre crainte ou de toute autre espérance. Si malgré l'évidence de cette démonstration, cet homme s'obstinait à vouloir espérer, qu'une semblable loterie se tirant tous les jours, il prît chaque jour un nouveau billet, comptant toujours obtenir le lot, on pourrait, pour le détromper, parier avec lui but-à-but, qu'il serait mort avant d'avoir gagné le lot.

Ainsi dans tous les jeux, les paris, les risques, les hasards; dans tous les cas, en un mot, où la probabilité est plus petite que $\frac{1}{10000}$, elle doit être, et elle est en effet pour nous absolument nulle, et par la même raison dans tous les cas où cette probabilité est plus grande que 10000, elle fait pour nous la certitude morale la plus complète.

IX. Delà nous pouvons conclure que la certitude physique est la certitude morale : : $2^{2189,99}$: 10000; et que toutes les fois qu'un effet, dont nous ignorons absolument la cause, arrive de la même façon, treize ou quatorze fois de suite, nous sommes moralement certains qu'il arrivera encore de même une quinzième fois, car $2^{13} = 8192$, et $2^{14} = 16384$, et par conséquent lorsque cet effet est arrivé treize fois, il y a 8192 à parier contre 1, qu'il arrivera une quatorzième fois; et lorsqu'il est arrivé quatorze fois, il y a 16384 à parier contre 1, qu'il arrivera de même une quinzième fois, ce qui est une probabilité plus grande que celle de 10000 con-

tre 1, c'est-à-dire, plus grande que la probabilité qui fait la certitude morale.

On pourra peut-être me dire, que quoique nous n'ayons pas la crainte ou la peur de la mort subite, il s'en faut bien que la probabilité de la mort subite soit zéro, et que son influence sur notre conduite soit nulle moralement. Un homme dont l'âme est belle, lorqu'il aime quelqu'un, ne se reprocherait-il pas de retarder d'un jour des mesures qui doivent assurer le bonheur de la personne aimée? Si un ami nous confie un dépôt considérable, ne mettons-nous pas le jour même une apostille à ce dépot? nous agissons donc dans ces cas, comme si la probabilité de la mort subite était quelque chose, et nous avons raison d'agir ainsi. Donc l'on ne doit pas regarder la probabilité de la mort subite comme nulle en général.

Cette espèce d'objection s'évanouira, si l'on considère que l'on fait souvent plus pour les autres, que l'on ne ferait pour soi, lorsqu'on met une apostille au moment même qu'on reçoit un dépôt, c'est uniquement par honnêteté pour le propriétaire du dépôt, pour sa tranquillité, et point du tout par la crainte de notre mort dans les vingt-quatre heures; il en est de même de l'empressement qu'on met à faire le bonheur de quelqu'un ou le nôtre, ce n'est pas le sentiment de la crainte d'une mort si prochaine qui nous guide, c'est notre propre satisfaction qui nous anime, nous cherchons à jouir en tout le plus tôt qu'il nous est possible.

Un raisonnement qui pourrait paraître plus fondé, c'est que tous les hommes sont portés à se flatter; que l'espérance semble naître d'un moindre degré de probabilité que la crainte; et que par conséquent on n'est pas en droit de substituer la mesure de l'une à la mesure de l'autre : la crainte et l'espérance sont des senti-

mens et non des déterminations; il est possible, il est même plus que vraisemblable que ces sentimens ne se mesurent pas sur le degré précis de probabilité; et dès-lors doit-on leur donner une mesure égale, ou même leur assigner aucune mesure ?

A cela je réponds, que la mesure dont il est question ne porte pas sur les sentimens, mais sur les raisons qui doivent les faire naître, et que tout homme sage ne doit estimer la valeur de ces sentimens de crainte ou d'espérance que pár le degré de probabilité; car quand même la nature, pour le bonheur de l'homme, lui aurait donné plus de peur vers l'espérance que vers la crainte, il n'en est pas moins vrai que la probabilité ne soit la vraie mesure et de l'une et de l'autre. Ce n'est même que par l'application de cette mesure que l'on peut se détromper sur ses fausses espérances, ou se rassurer sur ses craintes mal fondées.

Avant de terminer cet article, je dois observer qu'il faut prendre garde de se tromper sur ce que j'ai dit des effets dont nous ne connaissons pas la cause; car j'entends seulement les effets dont les causes, quoique ignorées, doivent être supposées constantes, telles que celles des effets naturels; toute nouvelle découverte en physique constatée par treize ou quatorze expériences, qui toutes se confirment, a déjà un degré de certitude égal à celui de la certitude morale, et ce degré de certitude augmente du double à chaque nouvelle expérience : en sorte qu'en les multipliant, l'on approche de plus en plus de la certitude physique. Mais il ne faut pas conclure de ce raisonnement, que les effets du hasard suivent la même loi; il est vrai qu'en un sens ces effets sont du nombre de ceux dont nous ignorons les causes immédiates; mais nous savons qu'en général ces causes, bien loin de pouvoir être supposées constantes,

sont au contraire nécessairement variables et versatiles autant qu'il est possible. Ainsi, par la notion même du hasard, il est évident qu'il n'y a nulle liaison, nulle dépendance entre ses effets; que par conséquent le passé ne peut influer en rien sur l'avenir, et l'on se tromperait beaucoup, et même du tout au tout, si l'on voulait inférer des évènemens antérieurs, quelque raison pour ou contre les évènemens postérieurs. Qu'une carte, par exemple, ait gagné trois fois de suite, il n'en est pas moins probable qu'elle gagnera une quatrième fois, et l'on peut parier également qu'elle gagnera ou qu'elle perdra, quelque nombre de fois qu'elle ait gagné ou perdu, dès que les lois du jeu sont telles que les hasards y sont égaux. Présumer ou croire le contraire, comme le font certains joueurs, c'est aller contre le principe même du hasard, ou ne pas se souvenir que, par les conventions du jeu, il est toujours également réparti.

X. Dans les effets dont nous voyons les causes, une seule preuve suffit pour opérer la certitude physique; par exemple, je vois que, dans une horloge, le poids fait tourner les roues, et que les roues font aller le balancier, je suis certain dès-lors, sans avoir besoin d'expériences réitérées que le balancier ira toujours de même, tant que le poids fera tourner les roues; ceci est une conséquence nécessaire d'un arrangement que nous avons fait nous-mêmes en construisant la machine; mais lorsque nous voyons un phénomène nouveau, un effet dans la nature encore inconnu, comme nous en ignorons les causes, et qu'elles peuvent être constantes ou variables, permanentes ou intermittentes, naturelles ou accidentelles, nous n'avons d'autres moyens pour acquérir la certitude que l'expérience réitérée aussi souvent qu'il est nécessaire; ici rien ne dépend de nous,

et nous ne connaissons qu'autant que nous expérimentons; nous ne sommes assurés que par l'effet même et par la répétition de l'effet. Dès qu'il sera arrivé treize ou quatorze fois de la même façon, nous avons déjà un degré de probabilité égal à la certitude morale qu'il arrivera de même une quinzième fois, et de ce point nous pouvons bientôt franchir un intervalle immense, et conclure par analogie que cet effet dépend des lois générales de la nature, qu'il est par conséquent aussi ancien que tous les autres effets, et qu'il y a certitude physique qu'il arrivera toujours comme il est toujours arrivé, et qu'il ne lui manquait que d'avoir été observé.

Dans les hasards que nous avons arrangés, balancés et calculés nous-mêmes; on ne doit pas dire que nous ignorons les causes des effets : nous ignorons à la vérité la cause immédiate de chaque effet en particulier; mais nous voyons clairement la cause première et générale de tous les effets. J'ignore, par exemple, et je ne peux même imaginer en aucune façon, quelle est la différence des mouvemens de la main, pour passer ou ne pas passer dix avec trois dès, ce qui néanmoins est la cause immédiate de l'événement, mais je vois évidemment par le nombre et la marque des dès, qui sont ici les causes premières et générales que les hasards sont absolument égaux, qu'il est indifférent de parier qu'on passera ou qu'on ne passera pas dix; je vois de plus, que ces mêmes évènemens, lorsqu'ils se succèdent, n'ont aucune liaison, puisqu'à chaque coup de dès le hasard est toujours le même, et néanmoins toujours nouveau; que le coup passé ne peut avoir aucune influence sur le coup à venir; que l'on peut toujours parier également pour ou contre, qu'enfin plus long-tems on jouera, plus le nombre des effets pour, et le nombre des effets contre, appro-

cheront de l'égalité. En sorte que chaque expérience donne ici un produit tout opposé à celui des expériences sur les effets naturels, je veux dire, la certitude de l'inconstance au lieu de celle de la constance des causes; dans ceux-ci chaque épreuve augmente au double la probabilité du retour de l'effet, c'est-à-dire, la certitude de la constance de la cause; dans les effets du hasard, chaque épreuve, au contraire, augmente la certitude de l'inconstance de la cause; en nous démontrant toujours de plus en plus qu'elle est absolument versatile et totalement indifférente à produire l'un ou l'autre de ces effets.

Lorsqu'un jeu de hasard est par sa nature parfaitement égal, le joueur n'a nulle raison pour se déterminer à tel ou tel parti; car enfin, de l'égalité supposée de ce jeu, il résulte nécessairement qu'il n'y a point de bonnes raisons pour préférer l'un ou l'autre parti; et par conséquent si l'on délibérait, l'on ne pourrait être déterminé que par de mauvaises raisons; aussi la logique des joueurs m'a paru tout-à-fait vicieuse, et même les bons esprits, qui se permettent de jouer, tombent en qualité de joueurs, dans des absurdités dont ils rougissent bientôt en qualité d'hommes raisonnables.

XI. Au reste, tout cela suppose qu'après avoir balancé les hasards et les avoir rendu égaux, comme au jeu de *passe-dix* avec trois dès, ces même dès qui sont les instrumens du hasard, soient aussi parfaits qu'il est possible, c'est-à-dire, qu'ils soient exactement cubiques, que la matière en soit homogène, que les nombres y soient peints et non marquée en creux, pour qu'ils ne pèsent pas plus sur une face que sur l'autre; mais comme il n'est pas donné à l'homme de rien faire de parfait, et qu'il n'y a point de dès travaillés avec

cette rigoureuse précision, il est souvent possible de reconnaître, par l'observation, de quel côté l'imperfection des instrumens du sort fait pencher le hasard. Il ne faut pour cela qu'observer attentivement et long-tems la suite des évènemens, les compter exactement, en comparer les nombres relatifs ; et si de ces deux nombres, l'un excède de beaucoup l'autre, on en pourra conclure, avec grande raison, que l'imperfection des instrumens du sort, détruit la parfaite égalité du hasard, et lui donne réellement une pente plus forte d'un côté que de l'autre. Par exemple, je suppose qu'avant de jouer au *passe-dix*, l'un des joueurs fût assez fin, ou pour mieux dire, assez fripon pour avoir jeté d'avance mille fois les trois dès dont on doit se servir, et avoir reconnu que, dans ces mille épreuves, il y en a eu six cens qui ont passé dix, il aura dès-lors un très-grand avantage contre son adversaire en pariant de passer, puisque, par l'expérience, la probabilité de passer dix avec ces mêmes dès, sera à la probabilité de ne pas passer dix : : 600 : 400 : : 3 : 2. Cette différence, qui provient de l'imperfection des instrumens, peut donc être reconnue par l'observation, et c'est par cette raison que les joueurs changent souvent de dès et de cartes, lorsque la fortune leur est contraire.

Ainsi, quelque obscures que soient les destinées, quelqu'impénétrable que nous paraisse l'avenir, nous pourrions néanmoins, par des expériences réitérées, devenir, dans quelque cas, aussi éclairés sur les évènemens futurs, que le seraient des êtres ou plutôt des natures supérieures qui déduiraient immédiatement les effets de leurs causes. Et dans les choses même qui paraissent être du pur hasard, comme les jeux et les loteries, on peut encore connaître la pente du hasard. Par exemple, dans une loterie qui se tire tous les quinze

jours, et dont on publie les numéros gagnans, si l'on observe ceux qui ont le plus souvent gagné pendant un an, deux ans, trois ans de suite, on peut en déduire, avec raison, que ces mêmes numéros gagneront encore plus souvent que les autres; car, de quelque manière que l'on puisse varier le mouvement et la position des instrumens du sort, il est impossible de les rendre assez parfaits pour maintenir l'égalité absolue du hasard; il y a une certaine routine à faire, à placer, à mêler les billets, laquelle, dans le sein même de la confusion, produit un certain ordre, et fait que certains billets doivent sortir plus souvent que les autres; il en est de même de l'arrangement des cartes à jouer, elles ont une espèce de suite dont on peut saisir quelques termes à force d'observations; car, en les assemblant chez l'ouvrier, on suit une certaine routine, le joueur lui-même en les mêlant a sa routine; le tout se fait d'une certaine façon plus souvent que d'une autre, et dès-lors l'observateur attentif aux résultats recueillis en grand nombre, pariera toujours avec grand avantage qu'une telle carte, par exemple, suivra telle autre carte. Je dis que cet observateur aura un grand avantage, parce que les hasards devant être absolument égaux, la moindre inégalité, c'est-à-dire, le moindre degré de probabilité de plus, a de très-grandes influences au jeu, qui n'est en lui-même qu'un pari multiplié et toujours répété. Si cette différence reconnue par l'expérience de la pente du hasard était seulement d'un centième, il est évident qu'en cent coups, l'observateur gagnerait la mise, c'est-à-dire, la somme qu'il hasarde à chaque fois; en sorte qu'un joueur muni de ces observations mal-honnêtes, ne peut manquer de ruiner à la longue tous ses adversaires. Mais nous allons donner un puissant antidote contre le mal épidémique de la passion du jeu, et en

même-tems quelques préservatifs contre l'illusion de cet art dangereux.

XII. On sait en général que le jeu est une passion avide, dont l'habitude est ruineuse ; mais cette vérité n'a peut-être jamais été démontrée que par une triste expérience sur laquelle on n'a pas assez réfléchi pour se corriger par la conviction. Un joueur, dont la fortune exposée chaque jour aux coups du hasard, se mine peu-à-peu et se trouve enfin nécessairement détruite, n'attribue ses pertes qu'à ce même hasard qu'il accuse d'injustice ; il regrette également et ce qu'il a perdu et ce qu'il n'a pas gagné; l'avidité et la fausse espérance lui faisaient des droits sur le bien d'autrui ; aussi humilié de se trouver dans la nécessité qu'affligé de n'avoir plus moyen de satisfaire sa cupidité; dans son désespoir, il s'en prend à son étoile malheureuse, il n'imagine pas que cette aveugle puissance, la fortune du jeu, marche à la vérité d'un pas indifférent et incertain, mais qu'à chaque démarche elle tend néanmoins à un but, et tire à un terme certain, qui est la ruine de ceux qui la tente; il ne voit pas que l'indifférence apparente qu'elle a pour le bien ou pour le mal, produit avec le tems la nécessité du mal, qu'une longue suite de hasards est une chaîne fatale, dont le prolongement amène le malheur ; il ne sent pas qu'indépendamment du dur impôt des cartes et du tribut encore plus dur qu'il a payé à la fripponnerie de quelques adversaires, il a passé sa vie à faire des conventions ruineuses; qu'enfin le jeu, par sa nature même, est un contrat vicieux jusque dans son principe, un contrat nuisible à chaque contractant en particulier, et contraire au bien de toute société.

Ceci n'est point un discours de morale vague, ce sont des vérités précises de métaphysique que je soumets au

calcul ou plutôt à la force de la raison ; des vérités que je prétends démontrer mathématiquement à t us ceux qui ont l'esprit assez net, et l'imagination assez forte pour combiner sans géométrie et calculer sans algèbre.

Je ne parlerai point de ces jeux inventés par l'artifice et supputés par l'avarice, où le hasard perd une partie de ses droits, où la fortune ne peut jamais balancer, parce qu'elle et invinciblement entraînée et toujours contrainte à pencher d'un côté, je veux dire tous ces jeux, où les hasards inégalement répartis, offrent un gain aussi assuré que malhonnête à l'un, et ne laissent à l'autre qu'une perte sûre et honteuse, comme au *Pharaon*, où le banquier n'est qu'un fripon avoué, et le ponte une dupe, dont on est convenu de ne se pas moquer.

C'est au jeu en général, au jeu le plus égal, et par conséquent le plus honnête que je trouve une essence vicieuse, je comprends même sous le nom de jeu, toutes les conventions, tous les paris où l'on met au hasard une partie de son bien pour obtenir une pareille partie du bien d'autrui ; et je dis qu'en général le jeu est un pacte mal-entendu, un contrat désavantageux aux deux parties, dont l'effet est de rendre la perte toujours plus grande que le gain ; et d'ôter au bien pour ajouter au mal. La démonstration en est aussi aisée qu'évidente.

XIII. Prenons deux hommes de fortune égale, qui, par exemple, aient chacun cent mille livres de bien, et supposons que ces deux hommes jouent en un ou plusieurs coups de dès cinquante mille livres, c'est-à-dire, la moitié de leur bien ; il est certain que celui qui gagne, n'augmente son bien que d'un tiers, et que celui qui perd, diminue le sien de moitié ; car chacun d'eux avait cent mille livres avant le jeu, mais après

l'évènement du jeu, l'un aura cent cinquante mille livres, c'est-à-dire un tiers de plus qu'il n'avait, et l'autre n'a plus que cinquante mille livres, c'est-à-dire, moitié moins qu'il n'avait; donc la perte est d'une sixième partie plus grande que le gain; car il y a cette différence entre le tiers et la moitié; donc la convention est nuisible à tous deux, et par conséquent essentiellement vicieuse.

Ce raisonnement n'est point captieux, il est vrai et exact; car, quoique l'un des joueurs n'ait perdu précisément que ce que l'autre a gagné, cette égalité numérique de la somme n'empêche pas l'inégalité vraie de la perte et du gain; l'égalité n'est qu'apparente, et l'inégalité très-réelle. Le pacte que ces deux hommes font en jouant la moitié de leur bien, est égal pour l'effet à un autre pacte que jamais personne ne s'est avisé de faire, qui serait de convenir de jeter dans la mer chacun la douzième partie de son bien. Car on peut leur démontrer, avant qu'ils hasardent cette moitié de leur bien, que la perte étant nécessairement d'un sixième plus grande que le gain, ce sixième doit être regardé comme une perte réelle, qui pouvant tomber indifféremment ou sur l'un ou sur l'autre, doit par conséquent être également partagée.

Si deux hommes s'avisaient de jouer tout leur bien, quel serait l'effet de cette convention? l'un ne ferait que doubler sa fortune, et l'autre réduirait la sienne à zéro; or quelle proportion y a-t-il ici entre la perte et le gain? la même qu'entre tout et rien; le gain de l'un n'est qu'égal à une somme assez modique, et la perte de l'autre est numériquement infinie, et moralement si grande, que le travail de toute sa vie ne suffirait peut-être pas pour regagner son bien.

La perte est donc infiniment plus grande que le gain

lorsqu'on joue tout son bien ; elle est plus grande d'une sixième partie lorsqu'on joue la moitié de son bien ; elle est plus grande d'une vingtième partie lorsqu'on joue le quart de son bien ; en un mot, quelque petite portion de sa fortune qu'on hasarde au jeu, il y a toujours plus de perte que de gain ; ainsi, le pacte du jeu est un contrat vicieux, et qui tend à la ruine des deux contractans. Vérité nouvelle, mais très-utile, et que je desire qui soit connue de tous ceux qui, par cupidité ou par oisiveté, passent leur vie à tenter le hasard.

On a souvent demandé pourquoi l'on est plus sensible à la perte qu'au gain ; on ne pouvait faire à cette question une réponse pleinement satisfaisante, tant qu'on ne s'est pas douté de la vérité que je viens de présenter ; maintenant la réponse est aisée : on est plus sensible à la perte qu'au gain, parce qu'en effet, en les supposant numériquement égaux, la perte est néanmoins toujours et nécessairement plus grande que le gain ; le sentiment n'est en général qu'un raisonnement implicite moins clair, mais souvent plus fin, et toujours plus sûr que le produit direct de la raison. On sentait bien que le gain ne nous faisait pas autant de plaisir que la perte nous causait de peine ; ce sentiment n'est que le résultat implicite du raisonnement que je viens de présenter.

XIV. L'argent ne doit pas être estimé par sa quantité numérique : si le métal, qui n'est que le signe des richesses, était la richesse même, c'est-à-dire, si le bonheur ou les avantages qui résultent de la richesse, étaient proportionels à la quantité de l'argent, les hommes auraient raison de l'estimer numériquement et par sa quantité, mais il s'en faut bien que les avantages qu'on tire de l'argent, soient en juste proportion avec sa quantité, un homme riche à cent mille écus de rente, n'est pas dix

fois plus heureux que l'homme qui n'a que dix mille écus; il y a plus, c'est que l'argent, dès qu'on passe de certaines bornes n'a presque plus de valeur réelle, et ne peut augmenter le bien de celui qui le possède; un homme qui découvrirait une montagne d'or ne serait pas plus riche que celui qui n'en trouverait qu'une toise cube.

L'argent a deux valeurs toutes deux arbitraires, toutes deux de convention, dont l'une est la mesure des avantages du particulier, et dont l'autre fait le tarif du bien de la société; la première de ces valeurs n'a jamais été estimée que d'une manière fort vague; la seconde est susceptible d'une estimation juste par la comparaison de la quantité d'argent avec le produit de la terre et du travail des hommes.

Pour parvenir à donner quelques règles précises sur la valeur de l'argent, j'examinerai des cas particuliers dont l'esprit saisit aisément les combinaisons, et qui, comme des exemples, nous conduiront par induction à l'estimation générale de la valeur de l'argent pour le pauvre, pour le riche, et même pour l'homme plus ou moins sage.

Pour l'homme qui, dans son état, quel qu'il soit, n'a que le nécessaire, l'argent est d'une valeur infinie; pour l'homme qui, dans son état, abonde en superflu, l'argent n'a presque plus de valeur. Mais qu'est-ce que le nécessaire, qu'est-ce que le superflu? j'entends par le nécessaire *la dépense qu'on est obligé de faire pour vivre comme l'on a toujours vécu*, avec ce nécessaire on peut avoir ses aises et même des plaisirs; mais bientôt l'habitude en a fait des besoins; ainsi, dans la définition du superflu, je compterai pour rien les plaisirs auxquels nous sommes accoutumés, et je dis que le superflu est *la dépense qui peut nous procurer des plaisirs nouveaux*; la perte du nécessaire est une perte

qui se fait ressentir infiniment, et lorsqu'on hasarde une partie considérable de ce nécessaire, le risque ne peut être compensé par aucune espérance, quelque grande qu'on la suppose; au contraire la perte du superflu a des effets bornés; et si, dans le superflu même, on est encore plus sensible à la perte qu'au gain, c'est parce qu'en effet la perte étant en général toujours plus grande que le gain, ce sentiment se trouve fondé sur ce principe, que le raisonnement n'avait pas développé, car les sentimens ordinaires sont fondés sur des notions communes ou sur des inductions faciles; mais les sentimens délicats dépendent d'idées exquises et relevées, et ne sont en effet que les résultats de plusieurs combinaisons souvent trop fines pour être aperçues nettement et presque toujours trop compliquées pour être réduites à un raisonnement qui puisse les démontrer.

XV. Les mathématiciens qui ont calculé les jeux de hasard, et dont les recherches en ce genre méritent des éloges, n'ont considéré l'argent que comme une quantité susceptible d'augmentation et de diminution, sans autre valeur que celle du nombre; ils ont estimé par la quantité numérique de l'argent, les rapports du gain et de la perte; ils ont calculé le risque et l'espérance relativement à cette même quantité numérique. Nous considérons ici la valeur de l'argent dans un point de vue différent; et, par nos principes, nous donnerons la solution de quelques cas embarrassans pour le calcul ordinaire. Cette question, par exemple, du jeu de croix et pile, où l'on suppose que deux hommes (Pierre et Paul) jouent l'un contre l'autre, à ces conditions que Pierre jettera en l'air une pièce de monnoie autant de fois qu'il sera nécessaire pour qu'elle présente croix, et que si cela arrive du premier coup, Paul

lui donnera un écu; si cela n'arrive qu'au second coup, Paul lui donnera deux écus; si cela n'arrive qu'au troisième coup, il lui donnera quatre écus; si cela n'arrive qu'au quatrième coup, Paul donnera huit écus; si cela n'arrive qu'au cinquième coup, il donnera seize écus, et ainsi de suite en doublant toujours le nombre des écus: il est visible que, par cette condition, Pierre ne peut que gagner, et que son gain sera au moins un écu, peut-être deux écus, peut-être quatre écus, peut-être huit écus, peut-être seize écus, peut-être trente-deux écus, etc. peut-être cinq cens douze écus, etc. peut-être seize mille trois cens quatre-vingt-quatre écus, etc. peut-être cinq cens vingt-quatre mille quatre cens quarante-huit écus, etc. peut-être même dix millions, cent millions, cent mille millions d'écus, peut-être enfin une infinité d'écus. Car il n'est pas impossible de jeter cinq fois, dix fois, quinze fois, vingt fois, mille fois, cent mille fois la pièce sans qu'elle présente croix. On demande donc combien Pierre doit donner à Paul pour l'indemniser, ou ce qui revient au même, quelle est la somme équivalente à l'espérance de Pierre qui ne peut que gagner.

Cette question m'a été proposée pour la première fois par feu M. Cramer, célèbre professeur de mathématiques, à Genève, dans un voyage que je fis en cette ville en l'année 1730; il me dit, qu'elle avait été proposée précédemment par M. Nicolas Bernoulli à M. de Montmort. Je rêvai quelque tems à cette question sans en trouver le nœud; je ne voyais pas qu'il fût possible d'accorder le calcul mathématique avec le bon sens, sans y faire entrer quelques considérations morales; et ayant fait part de mes idées à M. Cramer, il me dit que j'avais raison, et qu'il avait aussi résolu cette question par une voie semblable; il me montra ensuite la solution à peu-

près telle qu'on l'a imprimée depuis dans les mémoires de l'Académie de Pétersbourg, en 1738, à la suite d'un mémoire excellent de M. Daniel Bernoulli, sur *la mesure du sort*, où j'ai vu que la plupart des idées de M. Daniel Bernoulli s'accordent avec les miennes, ce qui m'a fait grand plaisir, car j'ai toujours, indépendamment de ses grands talens en géométrie, regardé et reconnu M. Daniel Bernoulli comme l'un des meilleurs esprits de ce siècle. Je trouvai aussi l'idée de M. Cramer très-juste, et digne d'un homme qui nous a donné des preuves de son habileté dans toutes les sciences mathématiques, et à la mémoire duquel je rends cette justice, avec d'autant plus de plaisir que c'est au commerce et à l'amitié de ce savant que j'ai dû une partie des premières connaissances que j'ai acquises en ce genre. M. de Montmort donne la solution de ce problème par les règles ordinaires, et il dit que la somme équivalente à l'espérance de celui qui ne peut que gagner, est égale à la somme de la suite $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, écu, etc. continuée à l'infini, et que par conséquent cette somme équivalente est une somme d'argent infinie. La raison sur laquelle est fondée ce calcul, c'est qu'il y a un demi de probabilité que Pierre, qui ne peut que gagner, aura un écu; un quart de probabilité qu'il en aura deux; un huitième de probabilité qu'il en aura quatre; un seizième de probabilité qu'il en aura huit; un trente-deuxième de probabilité qu'il en aura seize, etc. à l'infini; et que par conséquent son espérance pour le premier cas est un demi-écu, car l'espérance se mesure par la probabilité multipliée par la somme qui est à obtenir; or la probabilité est un demi, et la somme à obtenir pour le premier coup est un écu; donc l'espérance est un demi-écu: de même son espérance pour le second cas est

encore un demi-écu, car la probabilité est un quart, et la somme à obtenir est deux écus; or un quart multiplié par deux écus, donne encore un demi-écu. On trouvera de même que son espérance, pour le troisième cas, est encore un demi-écu; pour le quatrième cas un demi-écu, en un mot pour tous les cas à l'infini toujours un demi-écu pour chacun, puisque le nombre des écus augmente en même proportion que le nombre des probabilités diminue; donc la somme de toutes espérances est une somme d'argent infinie, et par conséquent il faut que Pierre donne à Paul pour équivalent, la moitié d'une infinité d'écus.

Cela est mathématiquement vrai, et on ne peut pas contester ce calcul; aussi M. de Montmort et les autres géomètres ont regardé cette question comme bien résolue; cependant cette solution est si éloignée d'être la vraie, qu'au lieu de donner une somme infinie, ou même une très-grande somme, ce qui est déjà fort différent, il n'y a point d'homme de bon sens qui voulût donner vingt écus ni même dix, pour acheter cette espérance en se mettant à la place de celui qui ne peut que gagner.

XVI. La raison de cette contrariété extraordinaire du bon sens et du calcul, vient de deux causes; la première est que la probabilité doit être regardée comme nulle, dès qu'elle est très-petite, c'est-à-dire, au-dessous de $\frac{1}{10000}$; la seconde cause est le peu de proportion qu'il y a entre la quantité de l'argent et les avantages qui en résultent; le mathématicien dans son calcul, estime l'argent par sa quantité, mais l'homme moral doit l'estimer autrement; par exemple, si l'on proposait à un homme d'une fortune médiocre de mettre cent mille livres à une loterie, parce qu'il n'y a que

cent mille à parier contre un, qu'il y gagnera cent mille fois cent mille livres ; il est certain que la probabilité d'obtenir cent mille fois cent mille livres, étant un contre cent mille, il est certain, dis-je, mathématiquement parlant, que son espérance vaudra sa mise de cent mille livres ; cependant cet homme aurait très-grand tort de hasarder cette somme, et d'autant plus grand tort, que la probabilité de gagner serait plus petite, quoique l'argent à gagner augmentât à proportion, et cela parce qu'avec cent mille fois cent mille livres, il n'aura pas le double des avantages qu'il aurait avec cinquante mille fois cent mille livres, ni dix fois autant d'avantage qu'il en aurait avec dix mille fois cent mille livres ; et, comme la valeur de l'argent, par rapport à l'homme moral, n'est pas proportionnelle à sa quantité, mais plutôt aux avantages que l'argent peut procurer, il est visible que cet homme ne doit hasarder qu'à proportion de l'espérance de ces avantages, qu'il ne doit pas calculer sur la quantité numérique des sommes qu'il pourrait obtenir, puisque la quantité de l'argent, au delà de certaines bornes, ne pourrait plus augmenter son bonheur, et qu'il ne serait pas plus heureux avec cent mille millions de rente, qu'avec mille millions.

XVII. Pour faire sentir la liaison et la vérité de tout ce que je viens d'avancer, examinons de plus près que n'ont fait les géomètres, la question que l'on vient de proposer ; puisque le calcul ordinaire ne peut la résoudre à cause du moral, qui se trouve compliqué avec le mathématique, voyons si nous pourrons, par d'autres règles, arriver à une solution qui ne heurte pas le bon sens, et qui soit en même-tems conforme à l'expérience ; cette recherche ne sera pas inutile, et nous fournira des moyens sûrs pour estimer au juste

le prix de l'argent et la valeur de l'espérance dans tous les cas. La première chose que je remarque, c'est que, dans le calcul mathématique qui donne pour équivalent de l'espérance de Pierre une somme infinie d'argent, cette somme infinie d'argent, est la somme d'une suite composée d'un nombre infini de termes qui valent tous un demi-écu, et je vois que cette suite qui mathématiquement doit avoir une infinité de termes, ne peut pas moralement en avoir plus de trente, puisque si le jeu durait jusqu'à ce trentième terme, c'est-à-dire, si *croix* ne se présentait qu'après vingt-neuf coups il serait dû à Pierre une somme de 520 millions 870 mille 912 écus, c'est-à-dire, autant d'argent qu'il en existe peut-être dans tout le royaume de France. Une somme infinie d'argent est un être de raison qui n'existe pas, et toutes les espérances fondées sur les termes à l'infini qui sont audelà de trente, n'existent pas non plus. Il y a ici une impossibilité morale qui détruit la possibilité mathématique; car il est possible mathématiquement et même physiquement de jeter trente fois, cinquante, cent fois de suite, etc. la pièce de monnaie sans qu'elle présente croix; mais il est impossible de satisfaire à la condition du problème, c'est-à-dire, de payer le nombre d'écus qui serait dû, dans le cas où cela arriverait; car tout l'argent, qui est sur la terre, ne suffirait pas pour faire la somme qui serait dûe, seulement au quarantième coup, puisque cela supposerait mille vingt-quatre fois plus d'argent qu'il n'en existe dans tout le royaume de France, et qu'il s'en faut bien que sur toute la terre il y ait mille vingt-quatre royaumes aussi riches que la France.

Or le mathématicien n'a trouvé cette somme infinie d'argent pour l'équivalent à l'espérance de Pierre, que parce que le premier cas lui donne un demi-écu, le

second cas un demi-écu, et chaque cas à l'infini toujours un demi-écu; donc l'homme moral, en comptant d'abord de même, trouvera vingt écus au lieu de la somme infinie, puisque tous les termes qui sont au delà du quarantième, donnent des sommes d'argent si grandes, qu'elles n'existent pas; en sorte qu'il ne faut compter qu'un demi-écu pour le premier cas, un demi-écu pour le second, un demi-écu pour le troisième, etc. jusqu'à quarante, ce qui fait en tout vingt écus pour l'équivalent de l'espérance de Pierre, somme déjà bien réduite et bien différente de la somme infinie. Cette somme de vingt écus se réduira encore beaucoup en considérant que le trente-unième terme donnerait plus de mille millions d'écus, c'est-à-dire, supposerait que Pierre aurait beaucoup plus d'argent qu'il n'y en a dans le plus riche royaume de l'Europe, chose impossible à supposer, et dès-lors les termes depuis trente jusqu'à quarante sont encore imaginaires, et les espérances fondées sur ces termes, doivent être regardées comme nulles; ainsi, l'équivalent de l'espérance de Pierre, est déjà réduit à quinze écus.

On la réduira encore en considérant que la valeur de l'argent ne devant pas être estimée par sa quantité, Pierre ne doit pas compter que mille millions d'écus, lui serviront au double de cinq cens millions d'écus, ni au quadruple de deux cens cinquante millions d'écus, etc. et que par conséquent l'espérance du trentième terme n'est pas un demi-écu, non plus que l'espérance du vingt-neuvième, du vingt-huitième, etc. la valeur de cette espérance qui, mathématiquement se trouve être un demi-écu pour chaque terme, doit être diminuée dès le second terme, et toujours diminuée jusqu'au dernier terme de la suite; parce qu'on ne doit pas estimer la valeur de l'argent par sa quantité numérique.

XVIII. Mais comment donc l'estimer, comment trouver la proportion de cette valeur, suivant les différentes quantités ? qu'est-ce donc que deux millions d'argent, si ce n'est pas le double d'un million du même métal ? pouvons-nous donner des règles précises et générales pour cette estimation ? il paraît que chacun doit juger son état, et ensuite estimer son sort et la quantité de l'argent proportionnellement à cet état et à l'usage qu'il en peut faire.

L'avare est comme le mathématicien ; tous deux estiment l'argent par sa quantité numérique, l'homme sensé n'en considère ni la masse et le nombre, il n'y voit que les avantages qu'il peut en tirer, il raisonne mieux que l'avare, et sent mieux que le mathématicien. L'écu que le pauvre a mis à part pour payer un impôt de nécessité, et l'écu qui complète les sacs d'un financier, n'ont pour l'avare et pour le mathématicien que la même valeur, celui-ci les comptera par unités égales, l'autre se les appropriera avec un plaisir égal, au lieu que l'homme sensé comptera l'écu du pauvre pour un louis, et l'écu du financier pour un liard.

XX. Une autre considération qui vient à l'appui de cette estimation de la valeur morale de l'argent, c'est qu'une probabilité doit être regardée comme nulle dès qu'elle n'est que $\frac{1}{10000}$, c'est-à-dire, dès qu'elle est aussi petite que la crainte non sentie de la mort dans les vingt-quatre heures. On peut même dire, qu'attendu l'intensité de cette crainte de la mort qui est bien plus grande que l'intensité de tous les autres sentimens de crainte ou d'espérance, l'on doit regarder comme presque nulle, une crainte ou une espérance qui n'aurait que $\frac{1}{10000}$ de probabilité. L'homme le plus faible pourrait tirer au sort sans aucune émotion, si le billet de

mort était mêlé avec dix mille billets de vie ; et l'homme ferme doit tirer sans crainte, si ce billet est mêlé sur mille ; ainsi, dans tous les cas où la probabilité est au-dessous d'un millième, on doit la regarder comme presque nulle. Or, dans notre question, la probabilité se trouvant être $\frac{1}{1024}$ dès le dixième terme de la suite $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{64}$, $\frac{1}{128}$, $\frac{1}{156}$, $\frac{1}{512}$, $\frac{5}{1024}$, il s'ensuit que moralement pensant, nous devons négliger tous les termes suivans, et borner toutes nos espérances à ce dixième terme ; ce qui produit encore cinq écus pour l'équivalent que nous avons cherché, et confirme par conséquent la justesse de notre détermination.

En réformant et abrégeant ainsi tous les calculs où la probabilité devient plus petite qu'un millième, il ne restera plus de contradiction entre le calcul mathématique et le bon sens. Toutes les difficultés de ce genre disparaissent. L'homme pénétré de cette vérité ne se livrera plus à de vaines espérances ou à de fausses craintes; il ne donnera pas volontiers son écu pour en obtenir mille, à moins qu'il ne voie clairement que la probabilité est plus grande qu'un millième. Enfin il se corrigera du frivole espoir de faire une grande fortune avec de petits moyens.

XXI. Jusqu'ici je n'ai raisonné et calculé que pour l'homme vraiment sage, qui ne se détermine que par le poids de la raison ; mais ne devons-nous pas faire aussi quelque attention à ce grand nombre d'hommes que l'illusion ou la passion déçoivent, et qui souvent sont fort aises d'être déçus ? n'y a-t-il pas même à perdre en présentant toujours les choses telles qu'elles sont ? L'espérance, quelque petite qu'en soit la probabilité, n'est-elle pas un bien pour tous les hommes, et le seul bien des malheureux ? Après avoir calculé pour le sage, calculons donc aussi pour l'homme bien moins

rare, qui jouit de ses erreurs souvent plus que de sa raison. Indépendamment des cas où faute de tous moyens, une lueur d'espoir est un souverain bien ; indépendamment de ces circonstances où le cœur agité ne peut se reposer que sur les objets de son illusion, et ne jouit que de ses desirs, n'y a-t-il pas mille et mille occasions où la sagesse même doit jeter en avant un volume d'espérance au défaut d'une masse de bien réel? Par exemple, la volonté de faire le bien, reconnue dans ceux qui tiennent les rênes du gouvernement, fût-elle sans exercice, répand sur tout un peuple une somme de bonheur qu'on ne peut estimer ; l'espérance fût-elle vaine, est donc un bien réel, dont la jouissance se prend par anticipation sur tous les autres biens. Je suis forcé d'avouer que la pleine sagesse ne fait pas le plein bonheur de l'homme, que malheureusement la raison seule n'eut en tout tems qu'un petit nombre d'auditeurs froids, et ne fit jamais d'enthousiastes ; que l'homme comblé de biens, ne se trouverait pas encore heureux s'il n'en espérait de nouveaux ; que le superflu devient avec le tems chose très-nécessaire, et que la seule différence qu'il y ait ici entre le sage et le non sage, c'est que ce dernier, au moment même qu'il lui arrive une surabondance de bien, convertit ce beau superflu en triste nécessaire, et monte son état à l'égal de sa nouvelle fortune, tandis que l'homme sage n'usant de cette surabondance que pour répandre des bienfaits et pour se procurer quelques plaisirs nouveaux, ménage la consommation de ce superflu en même-tems qu'il en multiplie la jouissance.

XXII. L'étalage de l'espérance est le leurre de tous les pipeurs d'argent. Le grand art du faiseur de loterie est de présenter de grosses sommes avec de très-petites probabilités, bientôt enflées par le ressort de la cupi-

dité. Ces pipeurs grossissent encore ce produit idéal en le partageant, et donnant pour un très-petit argent, dont tout le monde peut se défaire, une espérance qui, quoique bien plus petite, paraît participer de la grandeur de la somme totale. On ne sait pas que quand la probabilité est audessous d'un millième, l'espérance devient nulle quelque grande que soit la somme promise, puisque toute chose, quelque grande qu'elle puisse être, se réduit à rien, dès qu'elle est nécessairement multipliée par rien, comme l'est ici la grosse somme d'argent multipliée par la probabilité nulle, comme l'est en général tout nombre qui, multiplié par zéro, est toujours zéro. On ignore encore qu'indépendamment de cette réduction des probabilités à rien, dès qu'elles sont audessous d'un millième, l'espérance souffre un déchet successif et proportionnel à la valeur morale de l'argent, toujours moindre que sa valeur numérique; l'homme sage doit donc rejeter comme fausses toutes les propositions, quoique démontrées par le calcul, où la très-grande quantité d'argent semble compenser la très-petite probabilité; et, s'il veut risquer avec moins de désavantage, il ne doit jamais mettre ses fonds à la grosse avanture, il faut les partager. Hasarder cent mille francs sur un seul vaisseau, ou vingt-cinq mille francs sur quatre vaisseaux, n'est pas la même chose; car on aura cent pour le produit de l'espérance morale dans ce dernier cas, tandis qu'on n'aura que quatre-vingt-un pour ce même produit dans le premier cas. C'est par cette même raison que les commerces les plus sûrement lucratifs, sont ceux où la masse du débit est divisée en un grand nombre de *créditeurs*. Le propriétaire de la masse ne peut essuyer que de légères banqueroutes, au lieu qu'il n'en faut qu'une pour le ruiner, si cette masse de son commerce ne peut passer que par une seule main,

ou même se partager qu'entre un petit nombre de débiteurs. Jouer gros jeu dans le sens moral, est jouer un mauvais jeu ; un *ponte au pharaon*, qui se mettrait dans la tête de pousser toutes ses cartes jusqu'au *quinze* et *le và*, perdrait près d'un quart sur le produit de son espérance morale, car tandis que son espérance numérique est de tirer 16, l'espérance morale n'est que de $13\frac{104}{125}$. Il en est de même d'une infinité d'autres exemples que l'on pourrait donner, et de tous il résultera toujours que l'homme sage doit mettre au hasard le moins qu'il est possible, et que l'homme prudent qui, par sa position ou son commerce, est forcé de risquer de gros fonds, doit les partager, et retrancher de ses spéculations toutes les espérances dont la probabilité est très-petite, quoique la somme à obtenir soit proportionnellement aussi grande.

XXIII. L'analyse est le seul instrument dont on se soit servi jusqu'à ce jour dans la science des probabilités, pour déterminer et fixer les rapports du hasard ; la géométrie paraissait peu propre à un ouvrage aussi délié ; cependant si l'on y regarde de près, il sera facile de reconnaître que cet avantage de l'analyse sur la géométrie, est tout-à-fait accidentel, et que le hasard, selon qu'il est modifié et conditionné, se trouve du ressort de la géométrie aussi bien que celui de l'analyse ; pour s'en assurer, il suffira de faire attention que les jeux et les questions de conjecture ne roulent ordinairement que sur les rapports de quantités discrètes ; l'esprit humain plus familier avec les nombres qu'avec les mesures de l'étendue les a toujours préférés ; les jeux en sont une preuve, car leurs lois sont une arithmétique continuelle ; pour mettre donc la géométrie en possession de ses droits sur la science du hasard, il ne s'agit que d'inventer des jeux qui roulent sur l'étendue et sur

ses rapports, ou calculer le petit nombre de ceux de cette nature qui sont déjà trouvés ; le jeu du franc-carreau peut nous servir d'exemple : voici ses conditions qui sont fort simples.

Dans une chambre parquetée ou pavée de carreaux égaux, d'une figure quelconque, on jette en l'air un écu ; l'un des joueurs parie que cet écu, après sa chûte, se trouvera à franc-carreau, c'est-à-dire, sur un seul carreau ; le second parie que cet écu se trouvera sur deux carreaux, c'est-à-dire, qu'il couvrira un des joints qui les séparent ; un troisième joueur parie que l'écu se trouvera sur deux joints ; un quatrième parie que l'écu se trouvera sur trois, quatre ou six joints : on demande les sorts de chacun de ces joueurs.

Je cherche d'abord le sort du premier joueur et du second ; pour le trouver, j'inscris dans l'un des carreaux une figure semblable, éloignée des côtés du carreau, de la longueur du demi-diamètre de l'écu ; le sort du premier joueur sera à celui du second, comme la superficie de la couronne circonscrite est à la superficie de la figure inscrite ; cela peut se démontrer aisément, car tant que le centre de l'écu est dans la figure inscrite, cet écu ne peut être que sur un seul carreau, puisque par construction cette figure inscrite est partout éloignée du contour du carreau, d'une distance égale au rayon de l'écu ; et au contraire dès que le centre de l'écu tombe au dehors de la figure inscrite, l'écu est nécessairement sur deux ou plusieurs carreaux, puisqu'alors son rayon est plus grand que la distance du contour de cette figure inscrite au contour du carreau ; or tous les points où peut tomber ce centre de l'écu sont représentés dans le premier cas par la superficie de la couronne, qui fait le reste du carreau ; donc le sort du premier joueur est au sort du second, comme

cette première superficie est à la seconde ; ainsi, pour rendre égal le sort de ces deux joueurs, il faut que la figure inscrite soit égale à celle de la couronne, ou, ce qui est la même chose, qu'elle soit la moitié de la surface totale du carreau.

J'omets ici la solution de plusieurs autres cas, comme lorsque l'un des joueurs parie que l'écu ne tombera que sur un joint ou sur deux, sur trois, etc. ils n'ont rien de plus difficile que les précédens ; et d'ailleurs on joue rarement ce jeu avec d'autres conditions que celles dont nous avons fait mention.

Mais si au lieu de jeter en l'air une pièce ronde, comme un écu, on jetait une pièce d'une autre figure, comme une pistole d'Espagne carrée, ou une aiguille, une baguette, etc. le problème demanderait un peu plus de géométrie, quoiqu'en général il fût toujours possible d'en donner la solution par des comparaisons d'espaces.

Ces exemples suffisent pour donner une idée des jeux que l'on peut imaginer sur les rapports de l'étendue; l'on pourrait se proposer plusieurs autres questions de cette espèce, qui ne laisseraient pas d'être curieuses et même utiles : si l'on demandait, par exemple, combien l'on risque à passer une rivière sur une planche plus ou moins étroite; quelle doit être la peur que l'on doit avoir de la foudre ou de la chûte d'une bombe, et nombre d'autres problèmes de conjecture, où l'on ne doit considérer que le rapport de l'étendue, et qui par conséquent appartiennent à la géométrie tout autant qu'à l'analyse.

XXIV. Dès les premiers pas qu'on fait en géométrie, on trouve l'infini, et dès les tems les plus reculés, les géomètres l'ont entrevu ; la quadrature de la parabole et le traité de *Numero arenæ* d'Archimède, prou-

vent que ce grand homme avait des idées de l'infini, et même des idées telles qu'on les doit avoir; on a étendu ces idées, on les a maniées de différentes façons, enfin on a trouvé l'art d'y appliquer le calcul : mais le fond de la métaphysique de l'infini n'a point changé, et ce n'est que dans ces derniers tems que quelques géomètres nous ont donné sur l'infini des vues différentes de celles des anciens, et si éloignées de la nature des choses et de la vérité, qu'on l'a méconnue jusque dans les ouvrages de ces grands mathématiciens. De là sont venues toutes les oppositions, toutes les contradictions qu'on a fait souffrir au calcul infinitésimal; de là sont venues les disputes entre les géomètres sur la façon de prendre ce calcul, et sur les principes dont il dérive; on a été étonné des espèces de prodiges que ce calcul opérait, cet étonnement a été suivi de confusion; on a cru que l'infini produisait toutes ces merveilles; on s'est imaginé que la connaissance de cet infini, avait été refusée à tous les siècles et réservée pour le nôtre; enfin on a bâti sur cela des systèmes, qui n'ont servi qu'à obscurcir les idées. Disons donc ici deux mots de la nature de cet infini, qui, en éclairant les hommes, semble les avoir éblouis.

Nous avons des idées nettes de la grandeur, nous voyons que les choses en général peuvent être augmentées ou diminuées, et l'idée d'une chose, devenue plus grande ou plus petite, est une idée qui nous est aussi présente et aussi familière que celle de la chose même; une chose quelconque nous étant donc présentée ou étant seulement imaginée, nous voyons qu'il est possible de l'augmenter ou de la diminuer; rien n'arrête, rien ne détruit cette possibilité, on peut toujours concevoir la moitié de la plus petite chose, et le double de la plus grande chose; on peut même conce-

voir qu'elle peut devenir cent fois, mille fois, cent mille fois plus petite ou plus grande; et c'est cette possibilité d'augmentation sans bornes, en quoi consiste la véritable idée qu'on doit avoir de l'infini; cette idée nous vient de l'idée du fini; une chose finie est une chose qui a des termes, des bornes; une chose infinie n'est que cette même chose finie à laquelle nous ôtons ces termes et ces bornes; ainsi, l'idée de l'infini n'est qu'une idée de privation, et n'a point d'objet réel. Ce n'est pas ici le lieu de faire voir que l'espace, le tems, la durée, ne sont pas des infinis réels; il nous suffira de prouver qu'il n'y a point de nombre actuellement infini ou infiniment petit, ou plus grand ou plus petit qu'un infini, etc.

Le nombre n'est qu'un assemblage d'unités de même espèce, l'unité n'est point un nombre, l'unité désigne une seule chose en général; mais le premier nombre 2, marque non-seulement deux choses, mais encore deux choses semblables, deux choses de même espèce; il en est de même de tous les autres nombres: or ces nombres ne sont que des représentations, et n'existent jamais indépendamment des choses qu'ils représentent; les caractères qui les désignent ne leur donnent point de réalité, il leur faut un sujet ou plutôt un assemblage de sujets à représenter, pour que leur existence soit possible: j'entends leur existence intelligible, car ils n'en peuvent avoir de réelle; or un assemblage d'unités ou de sujets ne peut jamais être que fini, c'est-à-dire, qu'on pourra toujours assigner les parties dont il est composé; par conséquent le nombre ne peut être infini quelqu'augmentation qu'on lui donne.

Mais, dira-t-on, le dernier terme de la suite naturelle, 1, 2, 3, 4, etc., n'est-il pas infini? n'y a-t-il pas des derniers termes, d'autres suites encore plus infinis

que le dernier terme de la suite naturelle ? il paraît qu'en général les nombres doivent à la fin devenir infinis, puisqu'ils sont toujours susceptibles d'augmentation? A cela je réponds, que cette augmentation dont ils sont susceptibles, prouve évidemment qu'ils ne peuvent être infinis; je dis de plus, que dans ces suites il n'y a point de dernier terme; que même leur supposer un dernier terme, c'est détruire l'essence de la suite, qui consiste dans la succession des termes qui peuvent être suivis d'autres termes, et ces autres termes encore d'autres; mais qui tous sont de même nature que les précédens, c'est-à-dire tous finis, tous composés d'unités; ainsi, lorsqu'on suppose qu'une suite a un dermier terme, et que ce dernier terme est un nombre infini, on va contre la définition du nombre et contre la loi générale des suites.

La plupart de nos erreurs en métaphysique, viennent de la réalité que nous donnons aux idées de privation; nous connaissons le fini, nous y voyons des propriétés réelles, nous l'en dépouillons, et en le considérant, après ce dépouillement, nous ne le reconnaissons plus, et nous croyons avoir créé un être nouveau, tandis que nous n'avons fait que détruire quelque partie de celui qui nous était anciennement connu.

On ne doit donc considérer l'infini, soit en petit, soit en grand, que comme une privation, un retranchement à l'idée du fini, dont on peut se servir comme d'une supposition qui, dans quelques cas, peut aider a simplifier les idées, et doit généraliser leur résultats dans la pratique des sciences; ainsi, tout l'art se réduit à tirer parti de cette supposition, en tâchant de l'appliquer aux sujets que l'on considère. Tout le mérite est donc dans l'application, en un mot dans l'emploi qu'on en fait.

XXV. Toutes nos connaissances sont fondées sur des rapports et des comparaisons, tout est donc relation dans l'univers; et dès-lors tout est susceptible de mesure, nos idées même étant toutes relatives, n'ont rien d'absolu. Il y a, comme nous l'avons démontré, des degrès différens de probabilités et de certitude. Et même l'évidence a plus ou moins de clarté, plus ou moins d'intensité, selon les différens aspects, c'est-à-dire, suivant les rapports sous lesquels elle se présente; la vérité transmise et comparée par différens esprits, paraît sous des rapports plus ou moins grands, puisque le résultat de l'affirmation, ou de la négation d'une proposition par tous les hommes en général, semble donner encore du poids aux vérités les mieux démontrées et les plus indépendantes de toute convention.

Les propriétés de la matière, qui nous paraissent évidemment distinctes les unes des autres, n'ont aucune relation entr'elles; l'étendue ne peut se comparer avec la pesanteur, l'impénétrabilité avec le tems, le mouvement avec la surface, etc. Ces propriétés n'ont de commun que le sujet qui les lie, et qui leur donne l'être; chacune de ces propriétés considérée séparément, demande donc une mesure de son genre, c'est-à-dire, une mesure différente de toutes les autres.

Mesures Arithmétiques.

Il n'était donc pas possible de leur appliquer une mesure commune qui fût réelle, mais la mesure intellectuelle s'est présentée naturellement; cette mesure est le nombre qui, pris généralement, n'est autre chose que l'*ordre des quantités*; c'est une mesure universelle et applicable à toutes les propriétés de la matière, mais

elle n'existe qu'autant que cette application lui donne de la réalité, et même elle ne peut être conçue indépendamment de son sujet; cependant on est venu à bout de la traiter comme une chose réelle, on a représenté les nombres par des caractères arbitraires, auxquels on a attaché les idées de relation prises du sujet, et par ce moyen on s'est trouvé en état de mesurer leurs rapports, sans aucun égard aux relations des quantités qu'ils représentent.

Cette mesure est même devenue plus familière à l'esprit humain que les autres mesures; c'est en effet le produit pur de ses réflexions; celles qu'il fait sur les mesures d'un autre genre, ont toujours pour objet la matière, et tiennent souvent des obscurités qui l'environnent. Mais ce nombre, cette mesure qui, dans l'abstrait, nous paraît si parfaite, a bien des défauts dans l'application, et souvent la difficulté des problèmes dans les sciences mathématiques, ne vient que de l'emploi forcé et de l'application contrainte qu'on est obligé de faire d'une mesure numérique absolument trop longue ou trop courte; les nombres sourds, les quantités qui ne peuvent s'intégrer, et toutes les approximations prouvent l'imperfection de la mesure, et plus encore la difficulté des applications.

Néanmoins il n'était pas permis aux hommes de rendre dans l'application cette mesure numérique parfaite à tous égards, il aurait fallu pour cela que nos connaissances sur les différentes propriétés de la matière, se fussent trouvées être du même ordre, et que ces propriétés elles-mêmes eussent eu des rapports analogues; accord impossible et contraire à la nature de nos sens, dont chacun produit une idée d'un genre différent et incommensurable.

XXVI. Mais on aurait pu manier cette mesure avec

plus d'adresse, en traitant les rapports des nombres d'une manière plus commode et plus heureuse dans l'application; ce n'est pas que les lois de notre arithmétique ne soient très-bien entendues, mais leurs principes ont été posés d'une manière trop arbitraire, et sans avoir égard à ce qui était nécessaire pour leur donner une juste convenance avec les rapports réels des quantités.

L'expression de la marche de cette mesure numérique, autrement l'échelle de notre arithmérique, aurait pu être différente; le nombre 10 était peut-être moins propre qu'un autre nombre à lui servir de fondement; car, pour peu qu'on y réfléchisse, on aperçoit aisément que toute notre arithmétique roule sur ce nombre 10 et sur ses puissances, c'est-à-dire, sur ce même nombre 10 multiplié par lui-même; les autres nombres primitifs ne sont que les signes de la quotité, ou les coëfficiens et les indices de ces puissances, en sorte que tout nombre est toujours un multiple, ou une somme de multiples des puissances de 10; pour le voir clairement, on doit remarquer que la suite des puissances de dix, 10^0, 10^1, 10^2, 10^3, 10^4, etc. est la suite des nombres 1, 10, 100, 1000, 10000, etc., et qu'ainsi un nombre quelconque, comme *huit mille six cens quarante-deux*, n'est autre chose que 8 multiplié par 10^3 plus 6 multiplié par 10^2 plus 4 multiplié par 10^1 plus 2 multiplié par 10^0; c'est-à-dire, une suite de puissances de 10, multipliée par différens coëfficiens; dans la notation ordinaire, la valeur des places de droite à gauche, est donc toujours proportionnelle à cette suite 10^0, 10^1, 10^2, 10^3, etc., et l'uniformité de cette suite a permis que, dans l'usage, on pût se contenter des coëfficiens, et sous-entendre cette suite de 10 aussi bien que les signes *plus* qui, dans toute collection de choses déterminées et homogènes,

peuvent être supprimés ; en sorte que l'on écrit simplement 8642.

Le nombre 10 est donc la racine de tous les autres nombres entiers, c'est-à-dire, la racine de notre échelle d'arithmétique ascendante ; mais ce n'est que depuis l'invention des fractions décimales, que 10 est aussi la racine de notre échelle d'arithmétique descendante ; les fractions $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, etc., ou $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{5}$, etc., toutes les fractions en un mot dont on s'est servi jusqu'à l'invention des décimales, et dont on se sert encore tous les jours, n'appartiennent pas à la même échelle d'arithmétique, ou plutôt donnent chacune une nouvelle échelle ; et delà sont venus les embarras du calcul, les réductions à moindres termes, le peu de rapidité des convergences dans les suites, et souvent la difficulté de les sommer ; en sorte que les fractions décimales ont donné à notre échelle d'arithmétique une partie qui lui manquait, et à nos calculs l'uniformité nécessaire pour les comparaisons immédiates ; c'est là tout le parti qu'on pouvait tirer de cette idée.

Mais ce nombre 10, cette racine de notre échelle d'arithmétique, était-elle ce qu'il y avait de mieux ? pourquoi l'a-t-on préféré aux autres nombres, qui tous pouvaient aussi être la racine d'une échelle d'arithmétique ? on peut imaginer que la conformation de la main, a déterminé plutôt qu'une connaissance de réflexion. L'homme a d'abord compté par ses doigts, le nombre 10 a paru lui appartenir plus que les autres nombres, et s'est trouvé le plus près de ses yeux, on peut donc croire que ce nombre dix a eu la préférence, peut-être sans aucune autre raison ; il ne faut, pour en être persuadé, qu'examiner la nature des autres échelles, et les comparer avec notre échelle denaire.

Sans employer des caractères, il serait aisé de faire

une bonne échelle denaire, bien raisonnée, par les inflexions et les différens mouvemens des doigts et des deux mains, échelle qui suffirait à tous les besoins dans la vie civile, et à toutes les indications nécessaires; cette arithmétique est même naturelle à l'homme, et il est probable qu'elle a été et qu'elle sera encore souvent en usage, parce qu'elle est fondée sur un rapport physique et invariable qui durera autant que l'espèce humaine, et qu'elle est indépendante du tems et de la réflexion que les arts présupposent.

Mais, en prenant même notre échelle denaire dans la perfection que l'invention des caractères lui a procurée, il est évident que comme on compte jusqu'à neuf, après quoi on recommence en joignant le deuxième caractère au premier, et ensuite le second au second, puis le deuxième au troisième, etc. on pourrait, au lieu d'aller jusqu'à neuf, n'aller que jusqu'à huit, et de là recommencer, ou jusqu'à sept, ou jusqu'à quatre, ou même n'aller qu'à deux; mais, par la même raison, il était libre d'aller au delà de dix, avant que de recommencer, comme jusqu'à onze, jusqu'à douze; jusqu'à soixante, jusqu'à cent, etc. et delà on voit clairement que plus les échelles sont longues et moins les calculs tiennent de place; de sorte que dans l'échelle centénaire, où on emploierait cent différens caractères, il n'en faudrait qu'un, comme *C*, pour exprimer cent; dans l'échelle duodenaire, où l'on se servirait de douze différens caractères, il en faudrait deux, savoir 8, 4; dans l'échelle denaire, il en faut trois, savoir, 1, 0, 0; dans l'échelle quartenaire, où l'on emploierait que les quatre caractères 0, 1, 2 et 3, il en faudrait quatre, savoir, 1, 2, 1, 0; dans l'échelle trinaire, cinq, savoir, 1, 0, 2, 0, 1; et enfin dans l'échelle binaire, sept, savoir, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0 pour exprimer cent.

XXVII. Mais de toutes ces échelles, quelle est la plus commode, quelle est celle qu'on aurait dû préférer ? d'abord il est certain que la denaire est plus expéditive que toutes celles qui sont audessous, c'est-à-dire, plus expéditive que les échelles qui ne s'éleveraient que jusqu'à neuf, ou jusqu'à huit ou sept, ou, etc. puisque les nombres y occupent moins de place ; toutes ces échelles inférieures tiennent donc plus ou moins du défaut d'une trop longue expression ; défaut qui n'est d'ailleurs compensé par aucun avantage que celui de n'employer que deux caractères 1 et 0 dans l'arithmétique binaire, trois caractères 2, 1 et 0 dans la trinaire, quatre caractères 3, 2, 1 et 0 dans l'échelle quartenaire, etc. ce qui, à le prendre dans le vrai, n'en est pas un, puisque la mémoire de l'homme en retient fort aisément un plus grand nombre, comme dix ou douze, et plus encore s'il le faut.

Il est aisé de conclure de-là, que tous les avantages que Leibnitz a supposés à l'arithmétique binaire, se réduisent à expliquer son énigme chinoise; car, comment serait-il possible d'exprimer de grands nombres par cette échelle, comment les manier, et quelle voie d'abréger ou de faciliter des calculs dont les expressions sont trop étendues ?

Le nombre dix a donc été préféré avec raison à tous ses subalternes ; mais nous allons voir qu'on ne devait pas lui accorder cet avantage sur tous les autres nombres supérieurs. Une arithmétique dont l'échelle aurait eu le nombre douze pour racine, aurait été bien plus commode, les grands nombres auraient occupé moins de place, et en même-tems les fractions auraient été plus rondes ; les hommes ont si bien senti cette vérité ; qu'après avoir adopté l'arithmétique denaire, ils ne laissent pas que de se servir de l'échel-

le duodenaire ; on compte souvent par douzaines, par douzaines de douzaines ou grosses ; le pied est dans l'échelle duodenaire la troisième puissance de la ligne, le pouce la seconde puissance. On prend le nombre douze pour l'unité ; l'année se divise en douze mois, le jour en douze heures, le zodiaque en douze signes, le sou en douze deniers ; toutes les plus petites ou dernières mesures affectent le nombre de douze, parce qu'on peut le diviser par deux, par trois, par quatre et par six ; au lieu que dix ne peut se diviser que par deux et par cinq, ce qui fait une différence essentielle dans la pratique pour la facilité des calculs et des mesures. Il ne faudrait dans cette échelle que deux caractères de plus, l'un pour marquer dix, et l'autre pour marquer onze ; au moyen de quoi l'on aurait une arithmétique bien plus aisée à manier que notre arithmétique ordinaire.

On pourrait, au lieu de douze, prendre pour racine de l'échelle, quelque nombre, comme vingt-quatre ou trente-six qui eussent de plus grands avantages encore pour la division, c'est-à-dire, un plus grand nombre de parties aliquotes que le nombre douze ; en ce cas, il faudrait quatorze caractères nouveaux pour l'échelle de vingt-quatre, et vingt-six caractères pour celle de trente-six, qu'on serait obligé de retenir par mémoire, mais cela ne ferait aucune peine, puisqu'on retient si facilement les vingt-quatre lettres de l'alphabet lorsqu'on apprend à lire.

J'avoue que l'on pourrait faire une échelle d'arithmétique, dont la racine serait si grande, qu'il faudrait beaucoup de tems pour apprendre tous les caractères ; l'alphabet des chinois est si mal entendu ou plutôt si nombreux, qu'on passe sa vie à apprendre à lire. Cet inconvénient est le plus grand de tous ; ainsi, l'on a

parfaitement bien fait d'adopter un alphabet de peu de lettres, et une racine d'arithmétique de peu d'unités, et c'est déjà une raison de préférer douze à de très-grands nombres dans le choix d'une échelle d'arithmétique; mais ce qui doit décider en sa faveur, c'est que, dans l'usage de la vie, les hommes n'ont pas besoin d'une si grande mesure, ils ne pourraient même la manier aisément, il en faut une qui soit proportionnée à leur propre grandeur, à leurs mouvemens et aux distances qu'ils peuvent parcourir. Douze doit déjà être bien grand, puisque dix nous suffit; et vouloir se servir d'un beaucoup plus grand nombre pour racine de notre échelle d'usage, ce serait vouloir mesurer à la lieue la longueur d'un appartement.

Les astronomes qui ont toujours été occupés de grands objets, et qui ont eu de grandes distances à mesurer, ont pris soixante pour la racine de leur échelle d'arithmétique, et ils ont adopté les caractères de l'échelle ordinaire pour coëfficient, cette mesure expédie et arrive très-promptement à une grande précision, ils comptent par degrés, minutes, secondes, tierces, etc. c'est-à-dire, par les puissances successives de soixante; les coëfficiens sont tous les nombres plus petits que soixante; mais, comme cette échelle n'est en usage que dans certains cas, et qu'on ne s'en sert que pour des calculs simples, on a négligé d'exprimer chaque nombre par un seul caractère, ce qui cependant est essentiel pour conserver l'analogie avec les autres échelles et pour fixer la valeur des places. Dans cette arithmétique, les grands nombres occupent moins d'espace; mais, outre l'incommodité des cinquante nouveaux caractères, les raisons que j'ai données ci-dessus doivent faire préférer, dans l'usage ordinaire, l'arithmétique de douze.

Il serait même fort à souhaiter qu'on voulût substituer cette échelle à l'échelle denaire, mais à moins d'une refonte générale dans les sciences, il n'est guère permis d'espérer qu'on change jamais notre arithmétique, parce que toutes les grandes pièces de calcul, les tables des tangentes, des sinus, des logarithmes, les éphémérides, etc. sont faites sur cette échelle, et que l'habitude d'arithmétique, comme l'habitude de toutes les choses qui sont d'un usage universel et nécessaire, ne peut être réformée que par une loi qui abrogerait l'ancienne coutume, et contraindrait les peuples à se servir de la nouvelle méthode.

Après tout, il serait fort aisé de ramener tous les calculs à cette échelle, et le changement des tables ne demanderait pas beaucoup de tems; car, en général, il n'est pas difficile de transporter un nombre d'une échelle d'arithmétique dans une autre, et de trouver son expression.

XXVIII. Nous avons vu qu'un nombre peut toujours, dans toutes les échelles d'arithmétique, être exprimé par les puissances successives d'un autre nombre, multipliées par des coëfficiens qui suffisent pour nous indiquer le nombre cherché, quand par l'habitude on s'est familiarisé avec les puissances du nombre sous-entendu; cette manière, toute générale qu'elle est, ne laisse pas d'être arbitraire comme toutes les autres qu'on pourrait et qu'il serait même facile d'imaginer.

Les jetons, par exemple, se réduisent à une échelle dont les puissances successives au lieu de se placer de droite à gauche, comme dans l'arithmétique ordinaire, se mettent du bas en haut chacune dans une ligne, où il faut autant de jetons qu'il y a d'unités dans les coëfficiens; cet inconvénient de la quantité de jetons, vient de ce qu'on n'emploie qu'une figure ou caractère, et c'est

pour y remédier en partie qu'on abrège dans la même ligne en marquant les nombres 5, 50, 500, etc. par un seul jeton séparé des autres. Cette façon de compter est très-ancienne, et elle ne laisse pas d'être utile, les femmes et tant d'autres gens, qui ne savent ou ne veulent pas écrire, aiment à manier des jetons, ils plaisent par l'habitude, on s'en sert au jeu, c'en est assez pour les mettre en faveur.

Il serait facile de rendre plus parfaite cette manière d'arithmétique, il faudrait se servir de jetons de différentes figures, de dix, neuf, ou mieux encore de douze figures, toutes de valeur différente, on pourrait alors calculer aussi promptement qu'avec la plume, et les plus grands nombres seraient exprimés comme dans l'arithmétique ordinaire, par un très-petit nombre de caractères. Dans l'Inde, les Brachmanes se servent de petites coquilles de différentes couleurs pour faire les calculs, même les plus difficiles, tels que ceux des éclipses.

On aura d'autres échelles et d'autres expressions par des lois différentes ou par d'autres suppositions ; par exemple, on peut exprimer tous les nombres par un seul nombre élevé à une certaine puissance ; cette supposition sert de fondement à l'invention de toutes les échelles logarithmiques possibles, et donne les logarithmes ordinaires, en prenant 10 pour le nombre à élever, et en exprimant les puissances par les fractions décimales ; en général un nombre quelconque n, peut être exprimé par un autre nombre quelconque m, élevé à une certaine puissance x. L'application de cette combinaison, que nous devons à Niéper, est peut-être ce qui s'est fait de plus ingénieux et de plus utile en arithmétique; en effet ces nombres logarithmiques, donnent la mesure immédiate des rapports de tous les nombres, et sont proprement les exposans de ces rapports, car les puissances

d'un nombre quelconque, sont en progression géométrique; ainsi, le rapport arithmétique de deux nombres étant donné, on a toujours leur rapport géométrique par leurs logarithmes, ce qui réduit toutes les multiplications et divisions à de simples additions et soustractions, et les extroactions de racines à de simples partitions.

Mesures géométriques.

L'étendue, c'est-à-dire, l'extension de la matière étant sujette à la variation de grandeur, a été le premier objet des mesures géométriques. Les trois dimensions de cette extension ont exigé des mesures de trois espèces différentes, qui, sans pouvoir se comparer, ne laissent pas dans l'usage de se prêter à des rapports d'ordre et de correspondance. La ligne ne peut être mesurée que par la ligne, il en est de même de la surface et du solide, il faut une surface ou un solide pour les mesurer; cependant, avec la ligne, on peut souvent les mesurer tous trois par une correspondance sous-entendue de l'unité linéaire à l'unité de surface ou à l'unité de solide; par exemple, pour mesurer la surface d'un carré, il suffit de mesurer la longueur d'un des côtés, et de multiplier cette longueur par elle-même; car cette multiplication produit une autre longueur, que l'on peut représenter par un nombre qui ne manquera pas de représenter aussi la surface cherchée, puisqu'il y a le même rapport entre l'unité linéaire, le côté du carré et la longueur produite, qu'entre l'unité de surface, la surfaee qui ne s'étend que sur le eôté du carré et la surfaec totale, et par conséquent on peut prendre l'une pour l'autre; il en est de même des solides, et en général toutes les fois

que les mêmes rapports de nombre pourront s'appliquer à différentes qualités ou quantités, on pourra toujours les mesurer les unes par les autres, et c'est pour cela qu'on a eu raison de représenter les vitesses par des lignes, les espaces par des surfaces, etc. et de mesurer plusieurs propriétés de la matière par les rapports qu'elles ont avec ceux de l'étendue.

L'extention en longueur se mesure toujours par une ligne droite prise arbitrairement pour l'unité, avec un pied ou une toise, prise pour l'unité ou mesure juste; une longueur de cent pieds ou de cent toises, avec un demi-pied ou une demi-toise prise de même pour l'unité ou mesure juste; cent pieds et demi ou cent toises et demie, et ainsi des autres longueurs : celles qui sont incommensurables, comme la diagonale et le côté du carré, sont une exception.

Mais elle est bien légitime, car elle dépend de l'incommensurabilité primordiale de la surface avec la ligne, et du défaut de correspondance en certains cas des échelles de ces mesures; leur marche est différente, et il n'est point étonnant qu'une surface double d'une autre appuie sur une ligne dont on ne peut trouver le rapport en nombres, avec l'autre ligne sur laquelle on appuie la première surface; car, dans l'arithmétique, l'élévation aux puissances entières, comme au carré, au cube, etc., n'est qu'une mutiplication ou même une addition d'unités: elle appartient par conséquent à l'échelle d'arithmétique qui est en usage; et la suite de toutes ces puissances doit s'y trouver et s'y trouve; mais l'extraction des racines, ou ce qui est la même chose, l'élévation aux puissances rompues, n'appartient plus à cette même échelle, et tout de même qu'on ne peut dans l'échelle duodécimale, exprimer la fraction $\frac{1}{3}$, que par une suite infinie $0\frac{333333}{1000000}$, etc., on ne peut aussi expri-

mer les puissances rompues ou les racines $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{3}{4}$, etc., de plusieurs nombres, que par des suites infinies, et par conséquent ces racines ne peuvent être mesurées par la marche d'aucune échelle commune, et comme la diagonale d'un carré est toujours la racine carrée du double d'un nombre carré, et que ce nombre double ne peut lui-même être un nombre carré, il s'ensuit que le nombre, qui représente cette diagonale, ne se trouve pas dans l'échelle d'arithmétique et ne peut s'y trouver, quoique le nombre qui représente la surface s'y trouve, parce que la surface est représentée par une puissance entière, et la diagonale par la puissance rompue $\frac{1}{2}$ de 2, laquelle n'existe point dans notre échelle.

De la même manière qu'on mesure avec une ligne droite prise arbitrairement pour l'unité, une longueur droite, on peut aussi mesurer un assemblage de lignes droites, quelle que puisse être leur position entr'elles; aussi la mesure des figures polygones n'a-t-elle d'autre difficulté que celle d'une répétition de mesures en longueur, et d'une addition de leurs résultats; mais les courbes se refusent à cette forme, et notre unité de mesure, quelque petite qu'elle soit, est toujours trop grande pour pouvoir s'appliquer à quelques-unes de leurs parties; la nécessité d'une mesure infiniment petite s'est donc fait sentir, et a fait éclore la métaphysique des nouveaux calculs, sans lesquels, ou quelque chose d'équivalent, on aurait vainement tenté la mesure des lignes courbes.

On avait déjà trouvé moyen de les contraindre, en les asservissant à une loi qui déterminait l'un de leurs principaux rapports; cette équation, l'échelle de leur marche, a fixé leur nature, et nous a permis de la considérer; chaque courbe a la sienne toujours indépendante, et souvent incomparable avec celle d'une autre;

c'est l'espèce algébrique qui fait ici l'office du nombre; et l'existence des relations des courbes, ou plutôt des rapports de leur marche et de leur forme, ne se voit qu'à la faveur de cette mesure indéfinie, qu'on a su appliquer à tous leurs pas, et par conséquent à tous leurs points.

On a donné le nom de *courbes géométriques* à celles dont on a su mesurer exactement la marche; mais, lorsque l'expression ou l'échelle de cette marche s'est refusée à cette exactitude, les courbes se sont appelées *courbes mécaniques*, et on n'a pu leur donner une loi comme aux autres; car les équations aux courbes mécaniques, dans lesquelles on suppose une quantité qui ne peut être exprimée que par une suite infinie, comme un arc de cercle, d'ellipse, etc. égale à une quantité finie, ne sont pas des lois de rigueur, et ne contraignent ces courbes qu'autant que la supposition de pouvoir à chaque pas sommer la suite infinie se trouve près de la vérité.

Les géomètres avaient donc trouvé l'art de représenter la forme des allures de la plupart des courbes, mais la difficulté d'exprimer la marche des courbes mécaniques, et l'impossibilité de les mesurer toutes, subsistait encore en entier; et en effet, paraissait-il possible de connaître cette mesure infiniment petite? devait-on espérer de pouvoir la manier et l'appliquer? On a cependant surmonté ces obstacles, on a vaincu les impossibilités apparentes, on a reconnu que les parties supposées infiniment plus petites, pouvaient et devaient avoir entr'elles des rapports finis; on a banni de la métaphysique les idées d'un infini absolu pour y substituer celles d'un infini relatif plus traitable que l'autre, ou plutôt le seul que les hommes puissent apercevoir; cet infini relatif s'est prêté à toutes les relations

d'ordre et de convenance, de grandeur et de petitesse; on a trouvé moyen de tirer l'équation à la courbe, le rapport de ses côtés infiniment petits, avec une droite infiniment petite, prise pour l'unité; et par une opération inverse, on a su remonter de ces élémens infiniment petits, à la longueur réelle et finie de la courbe; il en est de même des surfaces et solides, les nouvelles méthodes nous ont mis en état de tout mesurer; la géométrie est maintenant une science complète, et les travaux de la postérité dans ce genre, n'aboutiront guère qu'à des facilités de calcul, et à des constructions de tables d'intégrales qu'on ira consulter au besoin.

XXX. Dans la pratique on a proportionné aux différentes étendues en longueur, différentes unités plus ou moins grandes, les petites longueurs se mesurent avec des pieds, des pouces, des lignes, des aunes, des toises, etc. les grandes distances se mesurent avec des lieues, des degrès, des demi-diamètres de la terre, etc. ces différentes mesures ont été introduites pour une plus grande commodité, mais sans faire assez d'attention aux rapports qu'elles doivent avoir entr'elles de sorte que les petites mesures sont rarement parties aliquotes des grandes: combien ne serait-il pas à souhaiter qu'on eût fait ces unités commensurables entr'elles, et quel service ne nous aurait-on pas rendu, si l'on avait fixé la longueur de ces unités par une détermination invariable; mais il en est ici comme de toutes les choses arbitraires, on saisit celle qui se présente la première et qui paraît convenir sans avoir égard aux rapports généraux qui ont paru de tout tems aux hommes vulgaires des vérités inutiles et de pure spéculation; chaque peuple a fait et adopté ses mesures, chaque État, chaque p.ovince a les siennes; l'intérêt et la mauvaise foi dans la société ont dû les multiplier; la valeur plus ou moins grande des choses,

les a rendues plus ou moins exactes, et une partie de la science du commerce est née de ces obscurités.

Chez des peuples plus dénués d'arts, et moins éclairés pour leurs intérêts que nous ne le sommes, la multiplication des mesures n'aurait peut-être pas eu d'aussi mauvais effets; dans les pays stériles, où les terrains ne rapportent que peu, on voit rarement des procès pour des défauts de contenance, et plus rarement encore des lieues courtes et des chemins trop étroits; mais plus un terrain est précieux, plus une denrée est chère, plus aussi les mesures sont épluchées et contestées, plus on met d'art et de combinaison dans les abus qu'on en fait; la fraude est allée jusqu'à imaginer plusieurs mesures difficiles à comparer, elle a su se couvrir en mettant en avant ces embarras de convention; enfin il a fallu les lumières de plusieurs arts, qui supposent de l'intelligence et de l'étude, et qui, sans les entraves de la comparaison des différentes mesures, n'auraient demandé qu'un coup-d'œil et un peu de mémoire; je veux parler du toisé et de l'arpentage, de l'art de l'essayeur, de celui du changeur, et de quelques autres dont le but unique est de découvrir la vérité des mesures.

Rien ne serait plus utile que de rapporter à quelques unités invariables toutes ces unités arbitraires; mais il faut pour cela que ces unités de mesures soient quelque chose de constant et de commun à tous les peuples, et ce ne peut être que dans la nature même qu'on peut trouver cette convenance générale. La longueur du pendule qui bat les secondes sous l'équateur, a toutes les conditions nécessaires pour être l'étalon universel des mesures géométriques, et ce projet pourrait nous procurer, dans l'exécution, des avantages dont il est aisé de sentir toute l'étendue.

Cette mesure une fois reçue, fixe d'une manière in-

variable pour le présent, et détermine à jamais pour l'avenir la longueur de toutes les autres mesures; pour peu qu'on se familiarise avec elle, l'incertitude et les embarras du commerce ne peuvent manquer de disparaître ; on pourra l'appliquer aux surfaces et aux solides, de la même façon qu'on y applique les mesures en usage ; elle a toutes leurs commodités, et n'a aucun de leurs changemens qu'il serait ridicule de prévoir ; une diminution ou une augmentation dans la vitesse de la terre, autour de son axe, une variation dans la figure du globe, son attraction diminuée par l'approche d'une comète, sont des causes trop éloignées pour qu'on doive en rien craindre, et sont cependant les seules qui pourraient altérer cette unité de la mesure universelle.

La mesure des liquides n'embarrassera pas davantage que celle des surfaces et des solides, la longueur du pendule sera la jauge universelle, et l'on viendra par ce moyen aisément à bout d'épurer cette partie du commerce si sujette à la friponnerie, par la difficulté de connaître exactement les mesures ; difficulté qui en a produit d'autres, et qui a fait mal-à-propos imaginer, pour cet usage, les mesures mécaniques, et substituer les poids aux mesures géométriques pour les liquides, ce qui, outre l'incertitude de la vérité des balances et de la fidélité des poids, a fait naître l'embarras de la tare et la nécessité des déductions. Nous préférons, avec raison, la longueur du pendule sous l'équateur, à la longueur du pendule en France, ou dans un autre climat. On prévient par ce choix la jalousie des nations, et on met la postérité plus en état de retrouver aisément cette mesure. La minute-seconde est une partie du tems, dont on reconnaîtra toujours la durée, puisqu'elle est une partie déterminée du tems qu'emploie

la terre à faire sa révolution sur son axe, c'est-à dire; la quatre-vingt-six mille quatre centième partie juste; ainsi, cet élément qui entre dans notre unité de mesure, ne peut y faire aucun tort.

XXXI. Nous avons dit, ci-devant, qu'il y a des vérités de différens genres, des certitudes de différens ordres, des probabilités de différens degrés. Les vérités qui sont purement intellectuelles, comme celles de la géométrie, se réduisent toutes à des vérités de définition; il ne s'agit, pour résoudre le problème le plus difficile, que de le bien entendre, et il n'y a dans le calcul et dans les autres sciences purement spéculatives, d'autres difficultés que celles de démêler ce que l'esprit humain y a confondu; prenons pour exemple la quadrature du cercle, cette question si fameuse, et qu'on a regardée long-tems comme le plus difficile de tous les problèmes; et examinons un peu ce qu'on nous demande, lorsqu'on nous propose de trouver au juste la mesure d'un cercle. Qu'est-ce qu'un cercle en géométrie? ce n'est point cette figure que vous venez de tracer avec un compas, dont le contour n'est qu'un assemblage de petites lignes droites, lesquelles ne sont pas toutes également et rigoureusement éloignées du centre, mais qui forment différens petits angles, ont une largeur visible, des inégalités, et une infinité d'autres propriétés physiques inséparables de l'action des instrumens et du mouvement de la main qui les guide. Au contraire, le cercle en géométrie est une figure plane, comprise par une seule ligne courbe, appelée *circonférence*; de tous les points de laquelle circonférence, toutes les lignes droites menées à un seul point, qu'on appelle *centre*, sont égales entr'elles. Toute la difficulté du problème de la quadrature du cercle, consiste à bien entendre tous les termes de cette définition, car quoiqu'elle

paraisse très-claire et très-intelligible, elle renferme cependant un grand nombre d'idées et de suppositions, desqu'elles dépend la solution de toutes les questions qu'on peut faire sur le cercle. Et, pour prouver que toute la difficulté ne vient que de cette définition, supposons pour un instant, qu'au lieu de prendre la circonférence du cercle pour une courbe, dont tous les points sont à la rigueur également éloignés du centre, nous prenions cette circonférence pour un assemblage de lignes droites aussi petites que vous voudrez; alors cette grande difficulté de mesurer un cercle s'évanouit, et il devient aussi facile à mesurer qu'un triangle. Mais ce n'est pas là ce qu'on demande, et il faut trouver la mesure du cercle dans l'esprit de la définition. Considérons donc tous les termes de cette définition, et pour cela souvenons-nous que les géomètres appellent un point ce qui n'a aucune partie. Première supposition qui influe beaucoup sur toutes les questions mathématiques, et qui étant combinée avec d'autres suppositions aussi peu fondées, ou plutôt de pures abstractions, ne peuvent manquer de produire des difficultés insurmontables à tous ceux qui s'éloigneront de l'esprit de ces premières définitions, ou qui ne sauront pas remonter de la question qu'on leur propose, à ces premières suppositions d'abstraction; en un mot, à tous ceux qui n'auront appris de la géométrie que l'usage des signes et des symboles, lesquels sont la langue et non pas l'esprit de la science.

Mais suivons; le point est donc ce qui n'a aucune partie, la ligne est une longueur sans largeur. La ligne droite est celle dont tous les points sont posés également; la ligne courbe celle dont tous les points sont posés inégalement. La superficie plane est une quantité qui a de la longueur et de la largeur sans profondeur. Les extrémités d'une ligne sont des points; les extrémités des

superficies sont des lignes; voilà les définitions ou plutôt les suppositions sur lesquelles roule toute la géométrie, et qu'il ne faut jamais perdre de vue, en tâchant, dans chaque question, de les appliquer dans le sens même qui leur convient, mais en même-tems en ne leur donnant réellement que leur vraie valeur, c'est-à-dire, en les prenant pour des abstractions et non pour des réalités.

Cela posé, je dis qu'en entendant bien la définition que les géomètres donnent du cercle, on doit être en état de résoudre toutes les questions qui ont rapport au cercle, et entr'autres la question de la possibilité ou de l'impossibilité de sa quadrature, en supposant qu'on sache mesurer un carré ou un triangle; or, pour mesurer un carré, on multiplie la longueur d'un des côtés, par la longueur de l'autre côté, et le produit est une longueur qui, par un rapport sous-entendu de l'unité linéaire à l'unité de surface, représente la superficie du carré. De même pour mesurer un triangle, on multiplie sa hauteur par sa base, et on prend la moitié du produit. Ainsi, pour mesurer un cercle, il faut de même multiplier la circonférence par son demi-diamètre et en prendre la moitié. Voyons donc à quoi est égale cette circonférence.

La première chose qui se présente, en réfléchissant sur la définition de la ligne courbe, c'est qu'elle ne peut jamais être mesurée par une ligne droite, puisque, dans toute son étendue et dans tous les points, elle est ligne courbe, et par conséquent d'un autre genre que la ligne droite; en sorte que, par la seule définition de la ligne bien entendue, on voit clairement que la ligne droite ne peut pas plus mesurer la ligne courbe que celle-ci peut mesurer la ligne droite; or la quadrature du cercle dépend, comme nous venons de le faire

voir, de la mesure exacte de la circonférence, par quelque partie du diamètre prise pour l'unité ; mesure impossible, puisque le diamètre est une droite, et la circonférence une courbe : donc la quadrature du cercle est impossible.

XXXII. Pour mieux faire sentir la vérité de ce que je viens d'avancer, et pour prouver d'une manière entièrement convaincante, que les difficultés des questions de géométrie ne viennent que des définitions, et que ces difficultés ne sont pas réelles, mais dépendent absolument des suppositions qu'on a faites : changeons, pour un moment, quelques définitions de la géométrie, et faisons d'autres suppositions ; appelons la circonférence d'un cercle, une ligne dont tous les points sont également posés, et la ligne droite une ligne dont tous les points sont inégalement posés, alors nous mesurerons exactement la circonférence du cercle, sans pouvoir mesurer la ligne droite : or je vais faire voir qu'il m'est loisible de donner à la ligne droite et à cette ligne courbe ces définitions ; car la ligne droite, suivant sa définition ordinaire, est celle dont tous les points sont également posés ; et la ligne courbe, celle dont tous les points sont inégalement posés ; cela ne peut s'entendre qu'en imaginant que c'est par rapport à une autre ligne droite que cette position est égale ou inégale ; et de même que les géomètres, en vertu de leurs définitions, rapportent tout à une ligne droite ; je puis rapporter tout à un point en vertu de mes définitions ; et au lieu de prendre une ligne droite pour l'unité de mesure, je prendrai une ligne circulaire pour cette unité, et je me trouverai par là en état de mesurer juste la circonférence du cercle, mais je ne pourrai plus mesurer le diamètre ; et comme pour trouver la mesure exacte de la superficie du cercle dans le

sens des géomètres, il faut nécessairement avoir la mesure juste de la circonférence et du diamètre, je vois clairement que, dans cette supposition comme dans l'autre, la mesure exacte de la surface du cercle n'est pas possible.

C'est donc à cette rigueur des définitions de la géométrie, qu'on doit attribuer la difficulté des questions de cette science; et aussi nous avons vu que, dès qu'on s'est départi de cette trop grande rigueur, on est venu à bout de tout mesurer, et de résoudre toutes les questions qui paraissaient insolubles; car dès qu'on a cessé de regarder les courbes comme courbes en toute rigueur, et qu'on les a réduites à n'être que ce qu'elles sont en effet dans la nature, des polygones, dont les côtés sont indéfiniment petits, toutes les difficultés ont disparu. On a rectifié les courbes, c'est-à-dire, mesuré leur longueur, en les supposant enveloppées d'un fil inextensible et parfaitement flexible, qu'on développe successivement, et on a mesuré les surfaces par les mêmes suppositions, c'est-à-dire, en changeant les courbes en polygones, dont les côtés sont indéfiniment petits.

XXXIII. Une autre difficulté qui tient de près à celle de la quadrature du cercle, et de laquelle on peut même dire que cette quadrature dépend, c'est l'incommensurabilité de la diagonale du carré avec le côté; difficulté invincible et générale pour toutes les grandeurs, que les géomètres appellent *incommensurables*; il est aisé de faire sentir que toutes ces difficultés ne viennent que des définitions et des conventions arbitraires qu'on a faites, en posant les principes de l'arithmétique et de la géométrie; car nous supposons en géométrie, que les lignes croissent comme les nombres, 1, 2, 3, 4, 5, etc., c'est-à-dire, suivant notre échelle

d'arithmétique ; et, par correspondance sous-entendue de l'unité de surface avec l'unité linéaire, nous voyons que les surfaces des carrés croissent comme 1, 4, 9, 16, 25, etc. Par ces suppositions, il est clair que de la même façon que la suite 1, 2, 3, 4, 5, etc., est aussi l'échelle des surfaces, et que si vous interposez dans cette dernière échelle d'autres nombres, comme 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, tous ces nombres n'auront pas leurs correspondans dans l'échelle des lignes, et que par conséquent la ligne qui correspond à la surface 2, est une ligne qui n'a point d'expression en nombres, et qui par conséquent ne peut pas être mesurée avec l'unité numérique. Il serait inutile de prendre une partie de l'unité pour mesure, cela ne change point l'impossibilité de l'expression en nombres ; car si l'on prend pour l'échelle des lignes $\frac{1}{2}$, 1, $\frac{3}{2}$, 2, $\frac{5}{2}$, 3, $\frac{7}{2}$, etc., on aura pour l'échelle correspondante des surfaces $\frac{1}{4}$, 1, $\frac{9}{4}$, $\frac{25}{4}$, 9, $\frac{49}{4}$, 16, etc., ou plutôt on aura pour l'échelle des lignes $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{2}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{4}{2}$, $\frac{5}{2}$, $\frac{6}{2}$, $\frac{7}{2}$, $\frac{8}{2}$, etc., et pour celle des surfaces $\frac{1}{4}$, $\frac{4}{4}$, $\frac{9}{4}$, $\frac{16}{4}$, $\frac{25}{4}$, $\frac{36}{4}$, $\frac{49}{4}$, $\frac{64}{4}$, etc., ce qui retombe dans le même cas que les échelles 1, 2, 3, 4, 5, etc., et 1, 4, 9, 16, 25, etc., de lignes de surfaces, dont l'unité est entière, et il en sera toujours de même, quelque partie de l'unité que vous preniez pour mesure, comme $\frac{1}{3}$, ou $\frac{1}{5}$, ou $\frac{1}{7}$, etc., les nombres incommensurables dans l'échelle ordinaire le seront toujours, parce que le défaut de correspondance de ces échelles subsistera toujours. Toute la difficulté des incommensurables ne vient donc que de ce qu'on a voulu mesurer les surfaces comme les lignes ; or il est clair qu'une ligne étant supposée l'unité, vous ferez avec deux de ces unités, une ligne dont la longueur sera double ; mais il n'est pas moins clair qu'avec deux carrés, dont chacun est pris

de même pour l'unité, vous ne pouvez pas faire un carré. Tout cela vient de ce que la matière ayant trois différentes dimensions ou plutôt trois différens aspects sous lesquels nous la considérons, il aurait fallu trois échelles différentes d'arithmétique, l'une pour la ligne qui n'a que de la longueur, l'autre pour la superficie qui a de la longueur et de la largeur, et la troisième pour le solide qui a de la longueur, de la largeur et de la profondeur.

XXXIV. Nous venons de démontrer les difficultés que les abstractions produisent dans les sciences; il nous reste à faire voir l'unité qu'on peut tirer, et à examiner l'origine et la nature de ces abstractions sur lesquelles portent presque toutes nos idées scientifiques.

Comme nous avons des relations différentes avec les différens objets qui sont hors de nous, chacune de ces relations produit un germe de sensations et d'idées différentes; lorsque nous voulons connaître la distance où nous sommes d'un objet, nous n'avons d'autre idée que celle de la longueur du chemin à parcourir, et quoique cette idée soit une abstraction, elle nous paraît réelle et complète, parce qu'en effet il ne s'agit, pour déterminer cette distance, que de connaître la longueur de ce chemin; mais si l'on y fait attention de plus près, on reconnaîtra que cette idée de longueur ne nous paraît réelle et complète, que parce qu'on est sûr que la largeur ne nous manquera pas, non plus que la profondeur. Il en est de même lorsque nous voulons juger de l'étendue superficielle d'un terrain, nous n'avons égard qu'à la longueur et à la largeur, sans songer à la profondeur; et lorsque nous voulons juger de la quantité solide d'un corps, nous avons égard aux trois dimensions. Il eût été fort embarrassant d'avoir trois mesures différentes, il aurait fallu mesurer la ligne par une longueur, la superficie par une autre superficie prise pour l'unité, et le solide par un

autre solide. La géométrie en se servant des abstractions et des correspondances d'unités et d'échelles, nous apprend à tout mesurer avec la ligne seule, et c'est dans cette vue qu'on a considéré la matière sous trois dimensions, longueur, largeur et profondeur, qui toutes trois ne sont que des lignes, dont les dénominations sont arbitraires; car si on s'était servi des surfaces pour tout mesurer, ce qui était possible, quoique moins commode que les lignes, alors au lieu de dire longueur, largeur et profondeur, on eût dit le dessus, le dessous et les côtés, et ce langage eût été moins abstrait; mais les mesures eussent été moins simples, et la géométrie plus difficile à traiter.

Quand on a vu que les abstractions bien entendues, rendaient faciles des opérations, à la connaissance et à la perfection desquelles les idées complètes n'auraient pas pu nous faire parvenir aussi aisément, on a suivi ces abstractions aussi loin qu'il a été possible; l'esprit humain les a combinées, calculées, transformées de tant de façons, qu'elles ont formé une science d'une vaste étendue, mais de laquelle ni l'évidence qui la caractérise partout, ni les difficultés qu'on y rencontre souvent, ne doivent nous étonner, parce que nous y avons mis les unes et les autres, et que toutes les fois que nous n'aurons pas abusé des définitions ou des suppositions, nous n'aurons que de l'évidence sans difficultés, et toutes les fois que nous en aurons abusé, nous n'aurons que des difficultés sans aucune évidence. Au reste, l'abus consiste autant à proposer une mauvaise question, qu'à mal résoudre un bon problème, et celui qui propose une question comme celle de la quadrature du cercle, abuse plus de la géométrie, que celui qui entreprend de la résoudre, car il a le désavantage de mettre l'esprit des autres à une épreuve que le

sien n'a pu supporter, puisqu'en proposant cette question, il n'a pas vu que c'était demander une chose impossible,

Jusqu'ici nous n'avons parlé que de cette espèce d'abstraction qui est prise du sujet même, c'est-à-dire, d'une seule propriété de la matière, c'est à-dire, de son extension ; l'idée de la surface n'est qu'un retranchement à l'idée complète du solide ; c'est-à-dire, une idée privative, une abstraction ; celle de la ligne est une abstraction d'abstraction ; et le point est l'abstraction totale ; or toutes ces idées privatives ont rapport au même sujet et dependent de la même qualité ou propriété de la matière, je veux dire, de son étendue ; mais elles tirent leur origine d'une autre espèce d'abstraction, par laquelle on ne retranche rien du sujet, et qui ne vient que de la différence des propriétés que nous apercevons dans la matière ; le mouvement est une propriété de la matière très-différente de l'étendue, cette propriété ne renferme que l'idée de la distance parcourue, et c'est cette idée de distance qui a fait naître celle de la longueur ou de la ligne. L'expression de cette idée du mouvement entre donc naturellement dans les considérations géométriques, et il y a de l'avantage à employer ces abstractions naturelles, et qui dépendent des différentes propriétés de la matière, plutôt que les abstractions purement intellectuelles, car tout en devient plus clair et plus complet.

XXXV. On serait porté à croire que la pesanteur est une des propriétés de la matière susceptibles de mesure ; on a vu de tout tems des corps plus et moins pesans que d'autres, il était donc assez naturel d'imaginer que la matière avait, sous des formes différentes, des degrés différens de pesanteur, et ce n'est que depuis l'invention de la machine du vide, et les expériences

des pendules, qu'on est assuré que la matière est toute également pesante. On a vu, et peut-être l'a-t-on vu avec surprise, les corps les plus légers tomber aussi vîte que les plus pesans dans le vide; et on a démontré, au moyen des pendules, que le poids des corps est proportionnel à la quantité de matière qu'ils contiennent; la pesanteur de la matière ne paraît donc pas être une qualité relative qui puisse augmenter et diminuer, en un mot qui puisse se mesurer.

Cependant, en y faisant attention de plus près encore, on voit que cette pesanteur est l'effet d'une force répandue dans l'univers, qui agit plus ou moins à une distance plus ou moins grande de la surface de la terre; elle réside dans la masse même du globe, et toutes ses parties ont une portion de cette force active, qui est toujours proportionnelle à la quantité de matière qu'elles contiennent: mais elle s'exerce dans l'éloignement avec moins d'énergie; et dans le point de contact, elle agit avec une puissance infinie: donc cette qualité de la matière paraît augmenter ou diminuer par ses effets, par conséquent elle devient un objet de mesures, mais de mesures philosophiques que le commun des hommes dont les corps et l'esprit borné à leur habitation terrestre ne considérera pas comme utiles, parce qu'il ne pourra jamais en faire un usage immédiat; s'il nous était permis de nous transporter vers la lune ou vers quelqu'autre planète, ces mesures seraient bientôt en pratique, car en effet nous aurions besoin, pour ces voyages, d'une mesure de pesanteur qui nous servirait de mesure itinéraire; mais confinés comme nous le sommes, on peut se contenter de se souvenir que la vîtesse inégale de la chûte des corps dans différens climats de la terre, et les spéculations de Newton nous ont appris que, si nous en avons jamais besoin, nous

pourrons mesurer cette propriété de la matière avec autant de précision que toutes les autres.

Mais autant les mesures de la pesanteur de la matière en général nous paraissent indifférentes, autant les mesures du poids de ses formes doivent nous paraître utiles, chaque forme de la matière a son poids spécifique qui la caractérise; c'est le poids de cette matière en particulier, ou plutôt c'est le produit de la force de la gravité par la densité de cette matière. Le poids absolu d'un corps est par conséquent le poids spécifique de la matière de ce corps multiplié par la masse; et, comme dans les corps d'une matière homogène la masse est proportionnelle au volume, on peut, dans l'usage, prendre l'un pour l'autre; et de la connaissance du poids spécifique d'une matière, tirer celle du poids absolu d'un corps composé de cette matière; savoir, en multipliant le poids spécifique par le volume, et *vice versâ* de la connaissance du poids absolu d'un corps, tirer celle d'un poids spécifique de la matière dont ce corps est composé en divisant le poids par le volume; c'est sur ces principes qu'est fondée la théorie de la balance hydrostatique et celle des opérations qui en dépendent. Disons un mot sur ce sujet très-important pour les physiciens.

Tous les corps seraient également denses si, sous un volume égal, ils contenaient le même nombre de parties, et par conséquent la différence de leurs poids ne vient que de celle de leur densité; en comprimant l'air et le réduisant dans un espace neuf cens fois plus petit que celui qu'il occupe, on augmenterait en même raison sa densité, et cet air comprimé se trouverait aussi pesant que l'eau; il en est de même des poudres, etc. La densité d'une matière est donc toujours réciproquement proportionnelle à l'espace que cette matière oc-

cupe, ainsi l'on peut très-bien juger de la densité par le volume; car plus le volume d'un corps sera grand, par rapport au volume d'un autre corps, le poids étant supposé le même, plus la densité du premier sera petite et en même raison; de sorte que si une livre d'eau occupe dix-neuf fois plus d'espace qu'une livre d'or, on peut en conclure que l'or est dix-neuf fois plus dense, et par conséquent dix-neuf fois plus pesant que l'eau. C'est cette pesanteur que nous avons appelée *spécifique*, et qu'il est si important de connaître, sur-tout dans les matières précieuses, comme les métaux, afin de s'assurer de leur pureté, et de pouvoir découvrir les fraudes et les mélanges qui peuvent les falsifier; la mesure du volume est la seule qu'on puisse employer pour cet effet, celle de la densité ne tombe pas assez sous nos sens, car cette mesure de la densité dépend de la position des parties intérieures et de la somme des vides qu'elles laissent entr'elles; nos yeux ne sont pas assez perçans pour démêler et comparer ces différens rapports de formes; ainsi, nous sommes obligés de mesurer cette densité par le résultat qu'elle produit, c'est-à-dire, par le volume apparent.

La première manière qui se présente pour mesurer le volume des corps, est la géométrie des solides; un volume ne diffère d'un autre que par son extension plus ou moins grande, et dès lors il semble que le poids des corps devient un objet des mesures géométriques; mais l'expérience a fait voir combien la pratique de la géométrie était fautive à cet égard. En effet, il s'agit de reconnaître dans des corps de figure très-irrégulière, et souvent dans de très-petits corps des différences encore plus petites, et cependant considérables par la valeur de la matière; il n'était donc pas possible d'appliquer aisément ici les mesures de longueur, qui d'ailleurs auraient

demandé de grands calculs, quand même on aurait trouvé le moyen d'en faire usage. On a donc imaginé un autre moyen aussi sûr qu'il est aisé, c'est de plonger le volume à mesurer dans une liqueur contenue dans un vase régulier, et dont la capacité est connue et divisée par plusieurs lignes; l'augmentation du volume de la liqueur se reconnaît par ces divisions, et elle est égale au volume du solide qui est plongé dedans; mais cette façon a encore ses inconvéniens dans la pratique. On ne peut guère donner au vase la perfection de figure qui serait nécessaire; on ne peut ôter aux divisions les inégalités qui échappent aux yeux, de sorte qu'on a eu recours à quelque chose de plus simple et de plus certain, on s'est servi de la balance; et je n'ai plus qu'un mot à dire sur cette façon de mesurer les solides.

On vient de voir que les corps irréguliers et fort petits se refusent aux mesures de la géométrie, quelque exactitude qu'on leur suppose; elles ne nous donnent jamais que des résultats très imparfaits; aussi la pratique de la géométrie des solides a été obligée de se borner à la mesure des grands corps et des corps réguliers, dont le nombre est bien petit en comparaison de celui des autres corps; on a donc cherché à mesurer ces corps par une autre propriété de la matière, par leur pesanteur dans les solides de même matière; cette pesanteur est proportionnelle à l'étendue, c'est-à-dire, le poids est en même rapport que le volume; on a substitué avec raison la balance aux mesures de longueur, et parlà on s'est trouvé en état de mesurer exactement tous les petits corps de quelque figure qu'ils soient, parce que la pesanteur n'a aucun égard à la figure, et qu'un corps rond ou carré, ou de telle autre figure qu'on voudra, pèse toujours également. Je ne prétends pas dire ici que la balance n'a

été imaginée que pour suppléer au défaut des mesures géométriques ; il est visible qu'elle a son usage sans cela, mais j'ai voulu faire sentir combien elle était utile à cet égard même, qui n'est qu'une partie des avantages qu'elle nous procure.

On a de tout tems senti la nécessité de connaître exactement le poids des corps ; j'imaginerais volontiers que les hommes ont d'abord mesuré ces poids par les forces de leur corps ; on a levé, porté, tiré des fardeaux, et l'on a jugé du poids par les résistances qu'on a trouvées ; cette mesure ne pouvait être que très-imparfaite, et d'ailleurs n'étant pas du même genre que le poids, elle ne pouvait s'appliquer à tous les cas ; on a donc ensuite cherché à mesurer les poids par des poids, et delà l'origine des balances de toutes façons, qui cependant peuvent à la rigueur se réduire à quatre espèces ; la première, qui, pour peser différentes masses, demande différens poids, et qui se rapporte par conséquent à toutes les balances communes à fléau soutenu ou appuyé, à bras égaux ou inégaux, etc. la seconde, qui, pour différentes masses, n'emploie qu'un seul poids, mais des bras de longueur différente, comme toutes les espèces de statères ou balances romaines; la troisième espèce, qu'on appelle *peson* ou *balance à ressort*, n'a pas besoin de poids, et donne la pesanteur des masses par un index numéroté ; enfin la quatrième espèce est celle où l'on emploie un seul poids attaché à un fil ou à une chaîne qu'on suppose parfaitement flexible, et dont les différens angles indiquent les différentes pesanteurs des masses. Cette dernière sorte de balance ne peut être d'un usage commun, par la difficulté du calcul et même par celle de mesure des angles; mais la troisième sorte dans laquelle il ne faut point de poids, est la plus commode de toutes pour

peser de grosses masses. Le sieur Hanin, habile artiste en ce genre, m'en a fait une avec laquelle on peut peser trois milliers à-la-fois, et aussi juste que l'on pèse cinq cent livres avec une autre balance.

PROJET D'UNE RÉPONSE

A M. DE COETLOSQUET,

ANCIEN ÉVÊQUE DE LIMOGES,

Lors de sa réception à l'Académie Française [1].

MONSIEUR,

En vous témoignant la satisfaction que nous avons à vous recevoir, je ne ferai pas l'énumération de tous les droits que vous aviez à nos vœux. Il est un petit nombre d'hommes que les éloges font rougir, que la louange déconcerte, que la vérité même blesse, lorsqu'elle est trop flatteuse : cette noble délicatesse, qui fait la bienséance du caractère, suppose la perfection de toutes les qualités intérieures. Une âme belle et sans tache, qui veut se conserver dans toute sa pureté, cherche moins à paraître qu'à se couvrir du voile de la modestie ; jalouse de ses beautés qu'elle compte par le nombre de

---

[1] Cette réponse devait être prononcée en 1760, le jour de la réception de M. l'évêque de Limoges à l'académie française ; mais comme ce Prélat se retira pour laisser passer deux hommes de Lettres qui aspiraient en même tems à l'académie, cette réponse n'a été ni prononcée ni imprimée.

ses vertus, elle ne permet pas que le souffle impur des passions étrangères en ternissent le lustre; imbue de très-bonne heure des principes de la religion, elle en conserve avec le même soin les impressions sacrées; mais comme ces caractères divins sont tracés en traits de flamme, leur éclat perce et colore de son feu le voile qui nous les dérobait : alors il brille à tous les yeux sans les offenser; bien différent de l'éclat de la gloire, qui toujours nous frappe par éclairs, et souvent nous aveugle, celui de la vertu n'est qu'une lumière bienfaisante qui nous guide, qui nous éclaire et dont les rayons nous vivifient.

Accoutumée à jouir en silence du bonheur attaché à l'exercice de la sagesse, occupée sans relâche à recueillir la rosée céleste de la grâce divine, qui seule nourrit la piété, cette âme vertueuse et modeste se suffit à elle-même; contente de son intérieur, elle a peine à se répandre au dehors, elle ne s'épanche que vers Dieu; la douceur et la paix, l'amour de ses devoirs la remplissent, l'occupent, toute entière; la charité seule a droit de l'émouvoir; mais alors son zèle quoiqu'ardent est encore modeste, il ne s'annonce que par l'exemple, il porte l'empreinte du sentiment tendre qui le fit naître; c'est la même vertu seulement devenue plus active.

Tendre pitié! vertu sublime! vous méritez tous nos respects, vous élevez l'homme audessus de son être, vous l'approchez du créateur, vous en faites sur la terre un habitant des cieux. Divine modestie; vous méritez tout notre amour; vous faites seule la gloire du sage, vous faites la décence du saint état des ministres de l'autel; vous n'êtes point un sentiment acquis par le commerce des hommes, vous êtes un don du ciel, une grâce qu'il accorde en secret à quelques âmes privilé-

giées pour rendre la vertu plus aimable : vous rendriez même, s'il était possible, le vice moins choquant; mais jamais vous n'avez habité dans un cœur corrompu; la honte y a pris votre place; elle prend aussi vos traits lorsqu'elle veut sortir de ces replis obscurs où le crime l'a fait naître, elle couvre de son voile sa confusion, sa bassesse; sous ce lâche déguisement elle ose donc paraître, mais elle soutient mal la lumière du jour, elle a l'œil trouble et le regard louche, elle marche à pas obliques dans des routes souterraines où le soupçon la suit, et lorsqu'elle croit échapper à tous les yeux, un rayon de la vérité luit, il perce le nuage; l'illusion se dissipe, le prestige s'évanouit, le scandale seul reste et l'on voit à nu toutes les difformités du vice grimaçant la vertu.

Mais détournons les yeux; n'achevons pas le portrait hideux de la noire hypocrisie, ne disons pas que quand elle a perdu le masque de la honte, elle arbore le panache de l'orgueil, et qu'alors elle s'appelle impudence; ces monstres odieux sont indignes de faire ici contraste dans le tableau des vertus; ils souilleraient nos pinceaux; que la modestie, la piété, la modération, la sagesse soient mes seuls objets et mes seuls modèles; je les vois ces nobles filles du ciel sourire à ma prière, je les vois chargées de tous leurs dons, s'avancer à ma voix pour les réunir ici sur la même personne: et c'est de vous, Monsieur, que je vais emprunter encore des traits vivans qui les caractérisent.

Au peu d'empressement que vous avez marqué pour les dignités, à la contrainte qu'il a fallu vous faire pour vous amener à la cour, à l'espèce de retraite dans laquelle vous continuez d'y vivre, au refus absolu que vous fîtes de l'archevêché de Tours qui vous était offert, aux délais même que vous avez mis à satisfaire les vœux

de l'académie ; qui pourrait méconnaître cette modestie pure que j'ai tâché de peindre? l'amour des peuples de votre diocèse, la tendresse paternelle qu'on vous connaît pour eux, les marques publiques qu'ils donnèrent de leur joie lorsque vous refusâtes de les quitter, et parûtes plus flatté de leur attachement, que de l'éclat d'un siège plus élevé, les regrets universels qu'ils ne cessent de faire encore entendre, ne sont-ils pas les effets les plus évideus de la sagesse, de la modération, du zèle charitable, et ne supposent-ils pas le talent rare de se concilier les hommes en les conduisant? talent qui ne peut s'acquérir que par une connaissance parfaite du cœur humain, et qui cependant paraît vous être naturel, puisqu'il s'est annoncé dès les premiers tems, lorsque formé sous les yeux de M. le cardinal de la Rochefoucault, vous eûtes sa confiance et celle de tout son diocèse; talent peut-être le plus nécessaire de tous pour le succès de l'éducation des Princes; car ce n'est en effet qu'en se conciliant leur cœur que l'on peut se former.

Vous êtes maintenant à portée, Monsieur, de le faire valoir, ce talent précieux; il peut devenir entre vos mains l'instrument du bonheur des hommes; nos jeunes Princes sont destinés à être quelque jour leurs maîtres ou leurs modèles, ils font déjà l'amour de la nation; leur auguste père vous honore de toute sa confiance, sa tendresse d'autant plus active, d'autant plus éclairée qu'elle est plus vive et plus vraie ne s'est point méprise; que faut-il de plus pour faire applaudir à son discernement, et pour justifier son choix? il vous a préposé, Monsieur, à cette éducation si chère, certain que ses augustes enfans vous aimeraient puisque vous êtes universellement aimé..... universellement aimé; à ce seul mot que je ne crains point de répéter, vous sentez, Monsieur, combien je pourrais étendre,

élever mes éloges; mais je vous ai promis d'avance toute la discrétion que peut exiger la délicatesse de votre modestie ; je ne puis néanmoins vous quitter encore , ni passer sous silence un fait qui seul prouverait tous les autres, et dont le simple récit a pénétré mon cœur : c'est ce triste et dernier devoir que, malgré la douleur qui déchirait votre âme, vous rendîtes avec tant d'empressement et de courage à la mémoire de M. le Cardinal de la Rochefoucault; il vous avait donné les premières leçons de la sagesse , il avait vu germer et croître vos vertus par l'exemple des siennes; il était, si j'ose m'exprimer ainsi, le père de votre âme: et vous, Monsieur, vous aviez pour lui plus que l'amour d'un fils; une constance d'attachement qui ne fut jamais altérée, une connaissance si profonde, qu'au lieu de diminuer avec le tems, elle a paru toujours s'augmenter pendant la vie de votre illustre ami, et que plus vive encore après son décès , ne pouvant plus la contenir , vous la fîtes éclater en allant mêler vos larmes à celles de tout son diocèse, et prononcer son éloge funèbre, pour arracher au moins quelque chose à la mort en ressuscitant ses vertus.

Vous venez aussi , Monsieur, de jeter des fleurs immortelles sur le tombeau du Prélat auquel vous succédez ; quand on aime autant la vertu, on sait la reconnaître partout , et la louer sous toutes les faces qu'elle peut présenter : unissons nos regrets à vos éloges. . . . .
. . . . *Le reste de ce discours manque, les circonstances ayant changé. M. l'ancien évêque de Limoges aurait même voulu qu'il fût supprimé en entier; j'ai fait ce que j'ai pu pour le satisfaire, mais l'ouvrage étant trop avancé, et les feuilles tirées jusqu'à la* page 16, *je n'ai pu supprimer cette partie du discours, et je la laisse comme un hommage rendu à la piété, à la vertu et la vérité.*

RÉPONSE

A M. WATELET,

Le jour de sa réception à l'Académie Française, le samedi, 19 *janvier* 1761.

MONSIEUR,

Si jamais il y eut dans une compagnie un deuil de cœur, général et sincère, c'est celui de ce jour. M. de Mirabaud auquel vous succédez, Monsieur, n'avait ici que des amis, quelque digne qu'il fût d'y avoir des rivaux : souffrez donc que le sentiment qui nous afflige paraisse le premier, et que les motifs de nos regrets précèdent les raisons qui peuvent nous consoler. M. de Mirabaud, votre confrère et votre ami, Messieurs, a tenu, pendant près de vingt ans, la plume sous vos yeux; il était plus qu'un membre de notre corps, il en était le principal organe; occupé tout entier du service et de la gloire de l'académie, il lui avait consacré et ses jours et ses veilles; il était, dans votre cercle, le centre auquel se réunissaient vos lumières, qui ne perdaient rien de leur éclat en passant par sa plume : connaissant, par un si long usage, toute l'utilité de sa

place, pour les progrès de vos travaux académiques, il n'a voulu la quitter, cette place qu'il remplissait si bien, qu'après vous avoir désigné, Messieurs, celui d'entre vous que vous avez tous jugé convenir le mieux[1], et qui joint en effet à tous les talens de l'esprit, cette droiture délicate qui va jusqu'au scrupule dès qu'il s'agit de remplir ses devoirs. M. de Mirabaud a joui lui-même de ce bien qu'il nous a fait; il a eu la satisfaction pendant ses dernières années de voir les premiers fruits de cet heureux choix. Le grand âge n'avait point affaissé l'esprit, il n'avait altéré ni ses sens ni ses facultés intérieures; les tristes impressions du tems ne s'étaient marquées que par le dessèchement du corps: à quatre-vingt-six ans, M. de Mirabaud avait encore le feu de la jeunesse et la sève de l'âge mûr; une gaieté vive et douce, une sérénité d'âme, une aménité de mœurs qui faisaient disparaître la vieillesse, ou ne la laissaient voir qu'avec cette espèce d'attendrissement qui suppose bien plus que du respect. Libre de passions et sans autres liens que ceux de l'amitié, il était plus à ses amis qu'à lui-même; il a passé sa vie dans une société dont il faisait les délices, société douce quoiqu'intime, que la mort seule a pu dissoudre.

Ses ouvrages portent l'empreinte de son caractère; plus un homme est honnête, et plus ses écrits lui ressemblent. M. de Mirabaud joignait toujours le sentiment à l'esprit, et nous aimons à le lire comme nous aimions à l'entendre; mais il avait si peu d'attachement pour ses productions, il craignait si fort et le bruit et l'éclat, qu'il a sacrifié celles qui pouvaient le plus contribuer à sa gloire. Nulle prétention malgré son

---

1 M. Duclos a succédé à M. de Mirabaud, dans la place de Secrétaire de l'académie française.

mérite éminent, nul empressement à se faire valoir, nul penchant à parler de soi, nul desir, ni apparent, ni caché de se mettre audessus des autres, ses propres talens n'étaient à ses yeux que des droits qu'il avait acquis pour être plus modeste, et il paraissait n'avoir cultivé son esprit que pour élever son âme et perfectionner ses vertus.

Vous, Monsieur, qui jugez si bien de la vérité des peintures, auriez-vous saisi tous les traits qui vous sont communs avec votre prédécesseur dans l'esquisse que je viens de tracer ? si l'art que vous avez chanté pouvait s'étendre jusqu'à peindre les âmes, nous verrions d'un coup d'œil ces ressemblances heureuses que je ne puis qu'indiquer ; elles consistent également et dans ces qualités du cœur si précieuses à la société, et dans ces talens qui vous ont mérité nos suffrages. Toute grande qu'est notre perte, vous pouvez donc, Monsieur plus que la réparer : vous venez d'enrichir les arts et notre langue d'un ouvrage qui suppose, avec la perfection du goût, tant de connaissances différentes, que vous seul peut-être en possédez les rapports et l'ensemble, vous seul, et le premier, avez osé tenter de représenter, par des sons harmonieux, les effets des couleurs ; vous avez essayé de faire pour la peinture ce qu'Horace fit pour la poësie, *un monument plus durable que le bronze.* Rien ne garantira des outrages du tems ces tableaux précieux des Raphaël, des Titien, des Corrège, nos arrières-neveux regretteront ces chefs-d'œuvres, comme nous regrettons nous-mêmes ceux des Zeuxis et des Appelles ; si vos leçons savantes sont d'un si grand prix pour nos jeunes artistes, que ne vous devront pas dans les siècles futurs l'art lui-même, et ceux qui le cultiveront ? Au feu de vos lumières ils pourront réchauffer leur génie, ils retrouveront au

moins, dans la fécondité de vos principes et dans la sagesse de vos préceptes, une partie des secours qu'ils auraient tirés de ces modèles sublimes qui ne subsisteront plus que par la renommée.

RÉPONSE

A M. DE LA CONDAMINE,

Le jour de sa réception à l'Académie Française, le lundi, 21 *janvier* 1761.

MONSIEUR,

Du génie pour les sciences, du goût pour la littérature, du talent pour écrire : de l'ardeur pour entreprendre, du courage pour exécuter, de la constance pour achever : de l'amitié pour vos rivaux, du zèle pour vos amis, de l'enthousiasme pour l'humanité : voilà ce que vous connaît un ancien ami, un confrère de trente ans, qui se félicite aujourd'hui de le devenir pour la seconde fois [1].

Avoir parcouru l'un et l'autre hémisphère, traversé les continens et les mers, surmonté les sommets sourcilleux de ces montagnes embrasées, où des glaces éternelles bravent également et les feux souterrains et les ardeurs du midi; s'être livré à la pente précipitée

---

[1] J'étais depuis très-long-tems confrère de M. de la Condamine à l'académie des Sciences.

de ces cataractes écumantes, dont les eaux suspendues semblent moins rouler sur la terre que de descendre des nues; avoir pénétré dans ces vastes déserts, dans ces solitudes immenses, où l'on trouve à peine quelques vestiges de l'homme; où la nature accoutumée au plus profond silence, dut être étonnée de s'entendre interroger pour la première fois; avoir plus fait en un mot, par le seul motif de la gloire des lettres, que l'on ne fit jamais par la soif de l'or: voilà ce que connaît de vous l'Europe, et ce que dira la postérité.

Nous n'anticipons ni sur les espaces ni sur les tems: vous savez que le siècle où l'on vit est sourd, que la voix du compatriote est faible; laissons donc à nos neveux le soin de répéter ce que dit de vous l'étranger, et bornez aujourd'hui votre gloire à celle d'être assis parmi nous.

La mort met cent ans de distance entre un jour et l'autre; louons de concert le prélat auquel vous succédez [1]; sa mémoire est digne de nos éloges, sa personne digne de nos regrets. Avec de grands talens pour les négociations, il avait la volonté de bien servir l'état: volonté dominante dans M. de Vauréal, et qui, dans tant d'autres, n'est que subordonnée à l'intérêt personnel. Il joignait à une grande connaissance du monde, le dédain de l'intrigue; au desir de la gloire, l'amour de la paix qu'il a maintenue dans son diocèse, même dans les tems les plus orageux. Nous lui connaissons cette éloquence naturelle, cette force de discours, cette heureuse confiance, qui souvent sont nécessaires pour ébranler, pour émouvoir; et en même-tems cette facilité à revenir sur soi-même, cette espèce

[1] M. de la Condamine succéda à l'académie française, à M. de Vauréal, évêque de Rennes.

de bonne foi si séante, qui persuade encore mieux; et qui seule achève de convaincre. Il laissait paraître ses talens et cachait ses vertus; son zèle charitable s'étendait en secret à tous les indigens; riche par son patrimoine et plus encore par les grâces du Roi, dont nous ne pouvons trop admirer la bonté bienfaisante, M. de Vauréal sans cesse faisait du bien, et le faisait en grand; il donnait en silence; il servait ardemment, il servait sans retour personnel; et jamais ni les besoins du faste si pressans à la Cour, ni la crainte si fondée de faire des ingrats, n'ont balancé dans cette âme généreuse le sentiment plus noble d'aider aux malheureux.

RÉPONSE

A M. LE CHEVALIER DE CHATELUX,

Le jour de sa réception à l'Académie Française, le jeudi, 27 avril 1775.

MONSIEUR,

On ne peut qu'accueillir avec empressement quelqu'un qui se présente avec autant de grâce; le pas que vous avez fait en arrière sur le seuil de ce temple, vous a fait couronner avant d'entrer au sanctuaire [1]; vous veniez à nous, et votre modestie nous a mis dans le cas d'aller tous au devant; arrivez en triomphe et ne craignez pas que j'afflige cette vertu qui vous est chère; je vais même la satisfaire en blâmant à vos yeux ce qui seul peut la faire rougir.

La louange publique, signe éclatant du mérite, est une monnaie plus précieuse que l'or; mais qui perd son prix et même devient vile, lorsqu'on la convertit en effets de commerce. Subissant autant de déchet par le

---

[1] M. le chevalier de Chatelux, qui était desiré par l'académie, et qui en conséquence s'était présenté, se retira pour engager M. de Malesherbes à passer avant lui.

change, que le métal, signe de notre richesse, acquiert de valeur par la circulation, la louange réciproque nécessairement exagérée, n'offre-t-elle pas un commerce suspect entre particuliers, et peu digne d'une compagnie dans laquelle il doit suffire d'être admis pour être assez loué! pourquoi les voûtes de ce lycée, ne forment-elles jamais que des échos multipliés d'éloges retentissans? pourquoi ces murs, qui devraient être sacrés, ne peuvent-ils nous rendre le ton modeste et la parole de la vérité? une couche antique d'encens brûlé revêt leurs parois et les rend sourds à cette parole divine qui ne frappe que l'âme? S'il faut étonner l'ouïe, s'il faut les éclats de la trompette pour se faire entendre, je ne le puis; et ma voix dût-elle se perdre sans effet, ne blessera pas au moins cette vérité sainte que rien n'afflige plus, après la calomnie, que la fausse louange.

Comme un bouquet de fleurs assorties dont chacune brille de ses couleurs, et porte son parfum, l'éloge doit présenter les vertus, les talens, les travaux de l'homme célébré. Qu'on passe sous silence les vices, les défauts, les erreurs; c'est retrancher du bouquet les feuilles desséchées, les herbes épineuses et celles dont l'odeur serait désagréable. Dans l'histoire, ce silence mutile la vérité; il ne l'offense pas dans l'éloge. Mais la vérité ne permet ni les jugemens de mauvaise foi, ni les fausses adulations; elle se révolte contre ces mensonges colorés auxquels on fait porter son masque. Bientôt elle fait justice de toutes ces réputations éphémères fondées sur le commerce et l'abus de la louange; portant d'une main l'éponge de l'oubli et de l'autre le burin de la gloire, elle efface sous nos yeux les caractères du prestige, et grave pour la postérité les seuls traits qu'elle doit consacrer.

Elle sait que l'éloge doit non-seulement couronner

le mérite, mais le faire germer; par ces nobles motifs, elle a cédé partie de son domaine, le panégyriste doit se taire sur le mal moral, exalter le bien, présenter les vertus dans leur plus grand éclat, (mais les talens dans leur vrai jour) et les travaux accompagnés comme les vertus, de ces rayons de gloire dont la chaleur vivifiante fait naître le désir d'imiter les unes et le courage pour égaler les autres : toutes fois en mesurant les forces de notre faible nature, qui s'effrayerait à la vue d'une vertu gigantesque, et prend pour un fantôme tout modèle trop grand ou trop parfait.

L'éloge d'un souverain sera suffisamment grand, quoique simple, si l'on peut prononcer commo une vérité reconnue; notre Roi veut le bien et desire d'être aimé, la toute-puissance, compagne de sa volonté, ne se déploie que pour augmenter le bonheur de ses peuples; dans l'âge de la dissipation, il s'occupe avec assiduité; son application aux affaires annonce l'ordre et la règle; l'attention sérieuse de l'esprit, qualité si rare dans la jeunesse, semble être un don de naissance qu'il a reçu de son auguste père, et la justesse do son discernement n'est-elle pas démontrée par les faits! il a choisi pour coopérateur le plus ancien, le plus vertueux et le plus éclairé de ses hommes d'Etat[1], grand ministre éprouvé par les revers, dont l'âme pure et ferme ne s'est pas plus affaissée sous la disgrâce qu'enflée par la faveur : mon cœur palpite au nom du créateur de mes ouvrages et ne se calme que par le sentiment du repos le plus doux; c'est que comblé de gloire, il est audessus de mes éloges. Ici, j'invoque encore la vérité; loin de me démentir, elle

[1] M. le Comte de Maurepas.

approuvera tout ce que je viens de prononcer ; elle pourrait même m'en dicter davantage.

Mais, dira-t-on, l'éloge en général ayant la vérité pour base, et chaque louange portant son caractère propre ; le faisceau réuni de ces traits glorieux ne sera pas encore un trophée; on doit l'orner de franges, le serrer d'une chaîne de brillans ; car il ne suffit pas qu'on ne puisse le délier ou le rompre, il faut de plus le faire accueillir, admirer, applaudir ; et que l'acclamation publique, étouffant le murmure de ces hommes dédaigneux ou jaloux, confirme ou justifie la voix de l'orateur. Or l'on manque ce but, si l'on présente la vérité sans parure et trop nue. Je l'avoue, mais ne vaut-il pas mieux sacrifier ce petit bien frivole, au grand et solide honneur de transmettre à la postérité les portraits ressemblans de nos contemporains ? elle les jugera par leurs œuvres, et pourrait démentir nos éloges.

Malgré cette rigueur que je m'impose ici, je me trouve fort à mon aise avec vous, Monsieur; actions brillantes, travaux utiles, ouvrages savans, tout se présente à-la-fois; et comme une tendre amitié m'attache à vous de tous les tems, je parlerai de votre personne, avant d'exposer vos talens. Vous fûtes le premier d'entre nous qui ait eu le courage de braver le préjugé contre l'inoculation ; seul, sans conseil, à la fleur de l'âge, mais décidé par maturité de raison, vous fîtes sur vous-même l'épreuve qu'on redoutait encore ; grand exemple parce qu'il fut le premier, parce qu'il a été suivi par des exemples plus grands encore, lesquels ont rassuré tous les cœurs des français sur la vie de leurs princes adorés. Je fus aussi le premier témoin de votre heureux succès ; avec quelle satisfaction je vous vis arriver de la campagne portant les

impressions récentes qui ne me parurent que des stigmates de courage. Souvenez-vous de cet instant ! l'hilarité peinte sur votre visage en couleurs plus vives que celles du mal, vous me dites, *je suis sauvé, et mon exemple en sauvera bien d'autres.*

Ce dernier mot peint votre âme, je n'en connais aucune qui ait un zèle plus ardent pour le bonheur de l'humanité. Vous teniez la lampe sacrée de ce noble enthousiasme lorsque vous conçûtes le projet de votre ouvrage sur la félicité publique. Ouvrage de votre cœur, avec quelle affection n'y présentez-vous pas le tableau successif des malheurs du genre humain ? avec quelle joie vous saisissez les courts intervalles de son bonheur ou plutôt de sa tranquillité. Ouvrage de votre esprit, que de vues saines, que d'idées approfondies, que de combinaisons aussi délicates que difficiles : j'ose le dire, si votre livre pèche, c'est par trop de mérite : l'immense érudition que vous y avez déployée, couvre d'une forte draperie les objets principaux. Cependant cette grande érudition, qui seule suffirait pour vous donner des titres auprès de toutes les académies, vous était nécessaire comme preuves de vos recherches ; vous avez puisé vos connaissances aux sources même du savoir, et suivant pas-à-pas les auteurs contemporains, vous avez présenté la condition des hommes et l'état des nations sous leur vrai point de vue ; mais avec cette exactitude scrupuleuse et ces pièces justificatives qui rebutent tout lecteur léger et supposent dans les autres une forte attention. Lorsqu'il vous plaira donc de donner une nouvelle culture à votre riche fonds, vous pourrez arracher ces épines qui couvrent une partie de vos plus beaux terrains, et vous n'offrirez plus qu'une vaste terre émaillée de fleurs et chargée de fruits que tout homme de goût s'empressera de cueillir. Je vais vous citer à vous-même pour exemple.

Quelle lecture plus instructive pour les amateurs des arts, que celle de votre essai sur l'union de la poësie et de la musique? C'est encore au bonheur public que cet ouvrage est consacré ; il donne le moyen d'augmenter les plaisirs purs de l'esprit par le chatouillement innocent de l'oreille ; une idée mère et neuve s'y développe avec grâce dans toute son étendue ; il doit y avoir du style en musique, chaque air doit être fondé sur un motif, sur une idée principale relative à quelque objet sensible ; et l'union de la musique à la poésie ne peut être parfaite qu'autant que le poëte et le musicien conviendront d'avance de représenter la même idée, l'un par des mots, et l'autre par des sons. C'est avec toute confiance que je renvoie les gens de goût à la démonstration de cette vérité et aux charmans exemples que vous en avez donnés.

Quelle autre lecture plus agréable que celle des éloges de ces illustres guerriers, vos amis, vos émules, et que par modestie vous appelez vos maîtres ? destiné, par votre naissance, à la profession des armes ; comptant dans vos ancêtres de grands militaires, des hommes d'État plus grands encore, parce qu'ils étaient en même-tems très-grands hommes de lettres ; vous avez été poussé, par leur exemple, dans les deux carrières, et vous vous êtes annoncé d'abord avec distinction dans celle de la guerre. Mais votre cœur de paix, votre esprit de patriotisme et votre amour pour l'humanité, vous prenaient tous les momens que le devoir vous laissait ; et, pour ne pas trop s'éloigner de ce devoir sacré d'état, vos premiers travaux littéraires ont été des éloges militaires ; je ne citerai que celui de M. le baron de Closen, et je demande si ce n'est pas une espèce de modèle en ce genre ?

Et le discours que nous venons d'entendre, n'est-il

pas un nouveau fleuron que l'on doit ajouter à vos anciens blasons ? la main du goût va le placer, puisque c'est son ouvrage, elle le mettra sans doute audessus de vos autres couronnes.

Je vous quitte à regret, Monsieur, mais vous succédez à un digne Académicien qui mérite aussi des éloges, et d'autant plus qu'il les recherchait moins ; sa mémoire honorée par tous les gens de bien, nous est chère en particulier, par son respect constant pour cette compagnie : M. de Châteaubrun, homme juste et doux, pieux, mais tolérant, sentait, savait que l'empire des lettres ne peut s'accroître et se soutenir que par la liberté; il approuvait donc tout assez volontiers, et ne blâmait rien qu'avec discrétion; jamais il n'a rien fait que dans la vue du bien, jamais rien dit qu'à bonne intention; mais il faudrait faire ici l'énumération de toutes les vertus morales et chrétiennes pour présenter en détail celles de M. de Châteaubrun. Il avait les premières par caractère, et les autres par le plus grand exemple de ce siécle en ce genre ; l'exemple du prince aïeul de son auguste élève : guidé dans cette éducation par l'un de nos plus respectables confrères, et soutenu par son ancien et constant devouement à cette grande maison, il a eu la satisfaction de jouir pendant quatre générations, et plus de soixante ans, de la confiance et de toute l'estime de ces illustres protecteurs.

Cultivant les belles-lettres autant par devoir que par goût, il a donné plusieurs pièces de théâtre; les *Troyennes et Philotecte* ont fait verser assez de larmes pour justifier l'éloge que nous faisons de ses talens : sa vertu tirait parti de tout; elle perce à travers les noires perfidies et les superstitions que présente chaque scène ; ses offrandes n'en sont pas moins pures, ses victimes moins innocentes et même ses portraits n'en sont que

plus touchans : j'ai admiré sa piété profonde par le transport qu'il en fait aux ministres des faux dieux. Thestor, grand-prêtre des Troyens, peint par M. de Châteaubrun, semble être environné de cette lumière surnaturelle qui le rendrait digne de desservir les autels du vrai Dieu. Et telle est en effet la force d'une âme vivement affectée de ce sentiment divin, qu'elle le porte au loin et le répand sur tous les objets qui l'environnent. Si M. de Châteaubrun a supprimé, comme on l'assure, quelques pièces très-dignes de voir le jour, c'est sans dout eparce qu'il ne leur a pas trouvé une assez forte teinture de ce sentiment auquel il voulait subordonner tous les autres. Dans cet instant, Messieurs, je voudrais moi-même y conformer le mien : je sens néanmoins que ce serait faire la vie d'un saint, plutôt que l'éloge d'un Académicien, il est mort à quatre-vingt-treize ans; je viens de perdre mon père précisément au même âge, il était, comme M. de Châteaubrun, pleins de vertus et d'années ; les regrets permettent la parole, mais la douleur est muette.

RÉPONSE

A M. le Maréchal DUC DE DURAS,

Le jour de sa réception à l'Académie Française, le 15 mai 1775.

Monsieur,

Aux lois que je me suis prescrites sur l'éloge dans le discours précédent, il faut ajouter un précepte également nécessaire; c'est que les convenances doivent y être senties et jamais violées; le sentiment qui les annonce doit régner partout, et vous venez, Monsieur, de nous en donner l'exemple. Mais ce tact attentif de l'esprit qui fait sentir les nuances des fines bienséances, est-il un talent ordinaire qu'on puisse communiquer, ou plutôt n'est-il pas le dernier résultat des idées, l'extrait des sentimens d'une âme exercée sur des objets que le talent ne peut saisir ?

La nature donne la force du génie, la trempe du caractère et le moule du cœur; l'éducation ne fait que modifier le tout : mais le goût délicat, le tact fin d'où naît ce sentiment exquis, ne peuvent s'acquérir que par un grand usage du monde dans les premiers rangs de

la société. L'usage des livres, la solitude, la contemplation des œuvres de la nature, l'indifférence sur le mouvement du tourbillon des hommes, sont au contraire les seuls élémens de la vie du philosophe. Ici, l'homme de cour a donc le plus grand avantage sur l'homme de lettres; il louera mieux et plus convenablement son prince et les grands, parce qu'il les connaît mieux, parce que mille fois il a senti, saisi ces rapports fugitifs que je ne fais qu'entrevoir.

Dans cette compagnie, nécessairement composée de l'élite des hommes en tout genre, chacun devrait être jugé et loué par ses pairs; notre formule en ordonne autrement; nous sommes presque toujours audessus ou audessous de ceux que nous avons à célébrer; néanmoins il faut être de nouveau pour se bien connaître; il faudrait avoir les mêmes talens pour se juger sans méprise. Par exemple, j'ignore le grand art des négociations, et vous le possédez; vous l'avez exercé, Monsieur, avec tout succès; je puis le dire. Mais il m'est impossible de vous louer par le détail des choses qui vous flatteraient le plus; je sais seulement, avec le public, que vous avez maintenu pendant plusieurs années, dans des tems difficiles, l'intimité de l'union entre les deux plus grandes puissances de l'Europe; je sais que devant nous représenter auprès d'une nation fière, vous y avez porté cette dignité qui se fait respecter, et cette aménité qu'on aime d'autant plus qu'elle se dégrade moins. Fidèle aux intérêts de votre Souverain, zélé pour sa gloire, jaloux de l'honneur de la France; sans prétention sur celui d'Espagne, sans mépris des usages étrangers, connaissant également les différens objets de la gloire des deux peuples, vous en avez augmenté l'éclat en les réunissant.

Représenter dignement sa nation sans choquer l'or-

gueil de l'autre, maintenir ses intérêts par la simple équité, porter en tout justice, bonne foi, discrétion, gagner la confiance par de si beaux moyens; l'établir sur des titres plus grands encore, sur l'exercice des vertus, me paraît un champ d'honneur si vaste, qu'en vous en ôtant une partie pour la donner à votre noble compagne d'ambassade, vous n'en serez ni jaloux ni moins riche. Quelle part n'a-t-elle pas eue à tous vos actes de bienfaisance! votre mémoire et la sienne seront à jamais consacrées dans les fastes de l'humanité, par le seul trait que je vais rapporter.

La stérilité, suivie de la disette, avaient amené le fléau de la famine jusque dans la ville de Madrid. Le peuple mourant levait les mains au ciel pour avoir du pain. Les secours du gouvernement trop faibles ou trop lents, ne diminuaient que d'un degré cet excès de misère; vos cœurs compatissans vous la firent partager. Des sommes considérables, même pour votre fortune, furent employées par vos ordres à acheter des grains au plus haut prix, pour les distribuer aux pauvres: les soulager en tout tems, en tout pays, c'est professer l'amour de l'humanité, c'est exercer la première et la plus haute de toutes les vertus: vous en eûtes la seule récompense qui soit digne d'elle: le soulagement du peuple fut assez senti, pour qu'au Prado sa morne tristesse, à l'aspect de tous les autres objets, se changeât tout-à-coup en signes de joie et en cris d'alégresse à la vue de ses bienfaiteurs; plusieurs fois tous deux applaudis et suivis par des acclamations de reconnaissance, vous avez joui de ce bien, plus grand que tous les autres biens, de ce bonheur divin que les cœurs vertueux sont seuls en état de sentir.

Vous l'avez rapporté parmi nous, Monsieur, ce cœur plein d'une noble bonté. Je pourrais appeler en témoi-

gnage une province entière qui ne démentirait pas mes éloges ; mais je ne puis les terminer sans parler de votre amour pour les lettres, et de votre prévenance pour ceux qui les cultivent ; c'est donc avec un sentiment unanime que nous applaudissons à nos propres suffrages : en nous nommant un confrère, nous acquérons un ami ; soyons toujours, comme nous le sommes aujourd'hui, assez heureux dans nos choix, pour n'en faire aucun qui n'illustrent les lettres.

Les lettres, chers et dignes objets de ma passion la plus constante, que j'ai de plaisir à vous voir honorées ! que je me féliciterais si ma voix pouvait y contribuer ! mais c'est à vous, Messieurs, qui maintenez leur gloire, à en augmenter les honneurs ; je vais seulement tâcher de seconder vos vues en proposant aujourd'hui ce qui depuis long-tems fait l'objet de nos vœux.

Les lettres dans leur état actuel, ont plus besoin de concorde que de protection ; elles ne peuvent être dégradées que par leurs propres dissentions. L'empire de l'opinion n'est-il donc pas assez vaste pour que chacun puisse y habiter en repos ! pourquoi se faire la guerre ! Eh, Messieurs, nous demandons la tolérance, accordons-la donc, exerçons-la pour en donner l'exemple ! Ne nous identifions pas avec nos ouvrages ; disons qu'ils ont passé par nous, mais qu'ils ne sont pas nous ; séparons-en notre existence morale ; fermons l'oreille aux aboiemens de la critique ; au lieu de défendre ce que nous avons fait, recueillons nos forces pour faire mieux ; ne nous célébrons jamais entre nous que par l'approbation ; ne nous blâmons que par le silence ; ne faisons ni tourbe, ni cotterie ; et que chacun poursuivant la route que lui fraie son génie, puisse recueillir sans trouble le fruit de son travail. Les lettres pren-

dront alors un nouvel essor, et ceux qui les cultivent un plus haut degré de considération ; ils seront généralement révérés par leurs vertus, autant qu'admirés par leurs talens.

Qu'un militaire du haut rang, un prélat en dignité, un magistrat en vénération [1], célèbrent avec pompe les lettres et les hommes dont les ouvrages marquent le plus dans la littérature ; qu'un ministre affable et bien intentionné les accueille avec distinction, rien n'est plus convenable, je dirais rien de plus honorable pour eux-mêmes, parce que rien n'est plus patriotique. Que les grands honorent le mérite en public, qu'ils exposent nos talens au grand jour, c'est les étendre et les multiplier : mais qu'entr'eux les gens de lettres se suffoquent d'encens ou s'inondent de fiel, rien de moins honnête, rien de plus préjudiciable en tous tems, en tous lieux : rappelons-nous l'exemple de nos premiers maîtres ; ils ont eu l'ambition insensée de vouloir faire secte. La jalousie des chefs, l'enthousiasme des disciples, l'opiniâtreté des sectaires ont semé la discorde et produit tous les maux qu'elle entraîne à sa suite. Ces sectes sont tombées comme elles étaient nées, victimes de la même passion qui les avait enfantées, et rien n'a survécu : l'exil de la sagesse, le retour de l'ignorance ont été les seuls et tristes fruits de ces chocs de vanité, qui, même par leurs succès, n'aboutissent qu'au mépris.

Le digne académicien auquel vous succédez, Monsieur, peut nous servir de modèle et d'exemple par son respect constant pour la réputation de ses con-

---

[1] M. de Malesherbes à sa réception à l'académie, venait de faire un très-beau discours à l'honneur des gens de lettres.

frères, par la liaison intime avec ses rivaux; M. de Belloi était un homme de paix, amant de la vertu, zélé pour sa patrie, enthousiaste de cet amour national qui nous attache à nos Rois. Il est le premier qui l'ait présenté sur la scène, et qui, sans le secours de la fiction, ait intéressé la nation pour elle-même par la seule force de la vérité de l'histoire. Jusqu'à lui presque toutes nos pièces de théâtre sont dans le costume antique, où les dieux méchans, leurs ministres fourbes, leurs oracles menteurs, et des rois cruels jouent les principaux rôles; les perfidies, les superstitions et les atrocités remplissent chaque scène; qu'étaient les hommes soumis alors à de pareils tyrans? comment, depuis Homère, tous les poëtes se sont-ils servilement accordés à copier le tableau de ce siècle barbare? pourquoi nous exposer les vices grossiers de ces peuplades encore à demi-sauvages, dont même les vertus pourraient produire le crime? pourquoi nous présenter des scélérats pour des héros, et nous peindre éternellement de petits oppresseurs d'une ou deux bourgades comme de grands Monarques? ici, l'éloignement grossit donc les objets, plus que dans la nature il ne les diminue. J'admire cet art illusoire qui m'a souvent arraché des larmes pour des victimes fabuleuses ou coupables, mais cet art ne serait-il pas plus vrai, plus utile, et bientôt plus grand, si nos hommes de génie l'appliquaient, comme M. de Belloi, aux grands personnages de notre nation?

Le siége de Calais et le siége de Troie! quelle comparaison, diront les gens épris de nos poëtes tragiques? les plus beaux esprits, chacun dans leur siècle, n'ont-ils pas rapporté leurs principaux talens à cette ancienne et brillante époque à jamais mémorable? Que pouvons-nous mettre à côté de Virgile et de nos maîtres mo-

dernes, qui tous ont puisé à cette source commune? tous ont fouillé les ruines et recueilli les débris de ce siége fameux pour y trouver les exemples des vertus guerrières, et en tirer les modèles des princes et des héros; les noms de ces héros ont été répétés, célébrés tant de fois, qu'ils sont plus connus que ceux des grands hommes de notre propre siècle.

Cependant ceux-ci sont ou seront consacrés par l'histoire, et les autres ne sont fameux que par la fiction; je le répète; quels étaient ces princes? que pouvaient être ces prétendus héros? qu'étaient même ces peuples Grecs ou Troyens? quelles idées avaient-ils de la gloire des armes, idées qui néanmoins sont malheureusement les premières développées dans tout peuple sauvage? ils n'avaient pas même la notion de l'honneur, et s'ils connaissaient quelques vertus, c'étaient des vertus féroces qui excitent plus d'horreur que d'admiration. Cruels par superstition autant que par instinct, rebelles par caprice ou soumis sans raison, atroces dans les vengeances, glorieux par le crime, les plus noirs attentats donnaient la plus haute célébrité. On transformait en héros un être farouche, sans âme, sans esprit, sans autre éducation que celle d'un lutteur ou d'un coureur; nous refuserions aujourd'hui le nom d'hommes à ces espèces de monstres dont on faisait des dieux.

Mais que peut indiquer cette imitation, ce concours successif des poëtes à toujours présenter l'héroïsme sous les traits de l'espèce humaine encore informe? que prouve cette présence éternelle des acteurs d'Homère sur notre scène? sinon la puissance immortelle d'un premier génie sur les idées de tous les hommes. Quelque sublime que soient les ouvrages de ce père des poëtes, ils lui font moins d'honneur que les productions de ses descendans qui n'en sont que les gloses brillantes ou de

beaux commentaires. Nous ne voulons rien ôter à leur gloire; mais, après trente siècles des mêmes illusions, ne doit-on pas au moins en changer les objets?

Les tems sont enfin arrivés. Un d'entre vous, Messieurs, a osé le premier créer un poème pour sa nation, et ce second génie influera sur trente autres siècles : j'oserais le prédire; si les hommes, au lieu de se dégrader, vont en se perfectionnant, si le fol amour de la fable cesse enfin de l'emporter sur la tendre vénération que l'homme sage doit à la vérité; tant que l'empire des lys subsistera, la Henriade sera notre Iliade : car à talent égal, quelle comparaison, dirai-je à mon tour, entre le bon grand Henri et le petit Ulise ou le fier Agamemnon, entre nos Potentats et ces Rois de village, dont toutes les forces réunies feraient à peine un détachement de nos armées? quelle différence dans l'art même? n'est-il pas plus aisé de monter l'imagination des hommes que d'élever leur raison? de leur montrer des mannequins gigantesques de héros fabuleux, que de leur présenter les portraits ressemblans de vrais hommes vraiment grands?

Enfin quel doit être le but des représentations théâtrales, quel peut en être l'objet utile? si ce n'est d'échauffer le cœur et de frapper l'âme entière de la nation par les grands exemples et par les beaux modèles qui l'ont illustrée. Les étrangers ont avant nous senti cette vérité : le Tasse, Milton, le Camoens se sont écartés de la route battue; ils ont su mêler habilement l'intérêt de la religion dominante à l'intérêt national, ou bien à un intérêt encore plus universel : presque tous les dramatiques anglais, ont puisé leurs sujets dans l'histoire de leur pays; aussi la plupart de leurs pièces de théâtre sont-elles appropriées aux mœurs anglaises; elles ne présentent que le zèle pour

la liberté, que l'amour de l'indépendance, que le conflit des prérogatives. En France, le zèle pour la patrie, et sur-tout l'amour de notre roi, joueront à jamais les rôles principaux, et, quoique ce sentiment n'ait pas besoin d'être confirmé dans des cœurs français, rien ne peut les remuer plus délicieusement que de mettre ce sentiment en action, et de l'exposer au grand jour, en le faisant paraître sur la scène avec toute sa noblesse et toute son énergie. C'est ce qu'a fait M. de Belloi; c'est ce que nous avons tous senti avec transport à la représentation du siége de Calais; jamais applaudissemens n'ont été plus universels ni plus multipliés........ Mais, Monsieur, l'on ignorait, jusqu'à ce jour, la grande part qui vous revient de ces applaudissemens. M. de Belloi a dit à ses amis qu'il vous devait le choix de son sujet, qu'il ne s'y était arrêté que par vos conseils. Il parlait souvent de cette obligation; avons-nous pu mieux acquitter sa dette qu'en vous priant, Monsieur, de prendre ici sa place.

LETTRE

DE MM. LES DÉPUTÉS ET SYNDIC

DE LA FACULTÉ DE THÉOLOGIE,

A M. DE BUFFON.

Monsieur,

Nous avons été informés, par un d'entre nous de votre part, que lorsque vous avez appris que l'histoire naturelle, dont vous êtes auteur, était un des ouvrages qui ont été choisis par ordre de la faculté de théologie, pour être examinés et censurés, comme renfermant des principes et des maximes qui ne sont pas conformes à ceux de la religion, vous lui avez déclaré que vous n'aviez pas eu intention de vous en écarter, et que vous étiez disposé à satisfaire la faculté sur chacun des articles qu'elle trouverait répréhensibles dans votre dit ouvrage; nous ne pouvons, Monsieur, donner trop d'éloges à une résolution aussi chrétienne, et pour vous mettre en état de l'exécuter, nous vous envoyons les

propositions extraites de votre livre, qui nous ont paru contraires à la croyance de l'église.

Nous avons l'honneur d'être avec une parfaite considération,

MONSIEUR,

Vos très-humbles et très-obéissans serviteurs,

Les Députés et Syndic de la faculté de théologie de Paris.

En la maison de la faculté,
le 15 janvier 1751.

PROPOSITIONS

Extraites d'un ouvrage qui a pour titre , Histoire naturelle , *et qui ont paru répréhensibles à MM. les Députés de la Faculté de Théologie de Paris.*

I.

Ce sont les eaux de la mer qui ont produit les montagnes, les vallées de la terre..... ce sont les eaux du ciel qui ramenant tout au niveau, rendront un jour cette terre à la mer, qui s'en emparera successivement, en laissant à découvert de nouveaux continens semblables à ceux que nous habitons. *Tome I, page* 142.

II.

Ne peut-on pas s'imaginer....... qu'une comète tombant sur la surface du soleil aura déplacé cet astre, et qu'elle en aura séparé quelques petites parties auxquelles elle aura communiqué un mouvement d'impulsion....... en sorte que les planètes auraient autrefois appartenu au corps du soleil, et qu'elles en auraient été détachées, etc. *Tome I, page* 148.

III.

Voyons dans quel état elles (les planètes, et sur-tout la terre) se sont trouvées après avoir été séparées de la masse du soleil. *Tome I, page* 156.

IV.

Le soleil s'éteindra probablement.... faute de matière combustible....... la terre au sortir du soleil était donc brûlante et dans un état de liquéfaction. *Tome I, page* 158.

V.

Le mot de vérité ne fait naître qu'une idée vague.... et la définition elle-même, prise dans un sens général et absolu, n'est qu'une abstraction, qui n'existe qu'en vertu de quelque supposition. *Tome I, page* 83.

VI.

Il y a plusieurs espèces de vérités, et on a coutume de mettre dans le premier ordre les vérités mathématiques, ce ne sont cependant que des vérités de définitions : ces définitions portent sur des suppositions simples, mais abstraites, et toutes les vérités en ce genre ne sont que des conséquences composées, mais toujours abstraites de ces définitions. *Ibidem.*

VII.

La signification du terme de vérité est vague et composée, il n'était donc pas possible de la définir généralement ; il fallait, comme nous venons de le faire, en distinguer les genres, afin de s'en former une idée nette. *Tome III, page* 85.

VIII.

Je ne parlerai point des autres ordres de vérités, celles

de la morale, par exemple, qui sont en partie réelles et en parties arbitraires......... elles n'ont pour objet que des convenances et des probabilités. *Tome I, page* 85.

IX.

L'évidence mathématique et la certitude physique sont donc les deux seuls points sous lesquels nous devons considérer la vérité; dès qu'elle s'éloignera de l'un ou de l'autre, ce n'est plus que vraisemblance et probabilité. *Tome I, page* 85.

X.

L'existence de notre âme nous est démontrée, ou plutôt nous ne faisons qu'un, cette existence et nous. *Tome I, page* 85.

XI.

L'existence de notre corps et des autres objets extérieurs est douteuse pour quiconque raisonne sans préjugé; car cette étendue en longueur, largeur et profondeur, que nous appelons *notre corps*, et qui semble nous appartenir si près, qu'est-elle autre chose, sinon un rapport de nos sens. *Tome III, page* 3.

XII.

Nous pouvons croire qu'il y a quelque chose hors de nous, mais nous n'en sommes pas sûrs, au lieu que nous sommes assurés de l'existence réelle de tout ce qui est en nous; celle de notre âme est donc certaine, et celle de notre corps paraît douteuse, dès qu'on vient à penser que la matière pourrait bien n'être qu'un mode de notre âme, une de ses façons de voir. *Tome III, page* 5.

XIII.

Elle (notre âme) verra d'une manière bien plus différente encore après notre mort, et tout ce qui cause aujourd'hui ses sensations, la matière en général, pourrait bien ne pas plus exister pour elle alors que notre propre corps, qui ne sera plus rien pour nous. *Ibidem.*

XIV.

L'âme...... est impassible par son essence. *Tome III page* 2.

RÉPONSE

DE M. DE BUFFON,

A MM. LES DÉPUTÉS ET SYNDIC

DE LA FACULTÉ DE THÉOLOGIE.

MESSIEURS,

J'ai reçu la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire, avec les propositions qui ont été extraites de mon livre, et je vous remercie de m'avoir mis à portée de les expliquer d'une manière qui ne laisse aucun doute ni aucune incertitude sur la droiture de mes intentions; et si vous le desirez, Messieurs, je publierai

bien volontiers, dans le premier volume de mon ouvrage qui paraîtra, les explications que j'ai l'honneur de vous envoyer. Je suis avec respect,

Messieurs,

Votre très-humble et très-
obéissant serviteur,
Buffon.

Le 12 mars 1751.

RÉPONSE

DE M. DE BUFFON.

Je déclare,

1°. Que je n'ai eu aucune intention de contredire le texte de l'Écriture; que je crois très-fermement tout ce qui y est rapporté sur la création, soit pour l'ordre des tems, soit pour les circonstances des faits; et que j'abandonne ce qui, dans mon livre, regarde la formation de la terre, et en général tout ce qui pourrait être contraire à la narration de Moïse, n'ayant présenté mon hypothèse sur la formation des planètes que comme une pure supposition philosophique.

2°. Que par rapport à cette expression, *le mot de vérité ne fait naître qu'une idée vague*, je n'ai entendu que ce qu'on entend dans les écoles par idée générique, qui n'existe point en soi-même, mais seulement dans les espèces dans lesquelles elle a une existence réelle; et par conséquent il y a réellement des vérités certaines en elles-mêmes, comme je l'explique dans l'article suivant.

3°. Qu'outre les vérités de conséquence et de supposition, il y a des premiers principes absolument vrais et certains dans tous les cas et indépendamment de toutes les suppositions, et que ces conséquences déduites avec évidence de ces principes, ne sont pas des vérités arbitraires, mais des vérités éternelles et évidentes; n'ayant uniquement entendu par vérités de définitions que les seules vérités mathématiques.

4°. Qu'il y a de ces principes évidens et de ces conséquences évidentes dans plusieurs sciences, et sur-tout dans la métaphysique et la morale; que tels sont en particulier dans la métaphysique l'existence de Dieu, ses principaux attributs, l'existence, la spiritualité et l'immortalité de notre âme; et dans la morale, l'obligation de rendre un culte à Dieu, et à un chacun ce qui lui est dû, et en conséquence qu'on est obligé d'éviter le larcin, l'homicide et les autres actions que la raison condamne.

5°. Que les objets de notre foi sont très-certains, sans être évidens; et que Dieu qui les a révélés, et que la raison même m'apprend ne pouvoir me tromper, m'en garantit la vérité et la certitude; que ces objets sont pour moi des vérités du premier ordre, soit qu'ils regardent le dogme, soit qu'ils regardent la pratique dans la morale; ordre de vérités dont j'ai dit expressément que je ne parlerais point, parce que mon sujet ne le demandait pas.

6°. Que quand j'ai dit que les vérités de la morale n'ont pour objet et pour fin que des convenances et des probabilités, je n'ai jamais voulu parler des vérités réelles, telles que sont non-seulement les préceptes de la loi divine, mais encore ceux qui appartiennent à la

SECONDE LETTRE

DE MM. LES DÉPUTÉS ET SYNDIC

DE LA FACULTÉ DE THÉOLOGIE,

A M. DE BUFFON.

MONSIEUR,

Nous avons reçu les explications que vous nous avez envoyées, des propositions que nous avions trouvé répréhensibles dans votre ouvrage qui a pour titre, histoire naturelle; et après les avoir lûes dans notre assemblée particulière, nous les avons présentées à la faculté dans son assemblée générale du premier avril 1751, présente année; et après en avoir entendu la lecture, elle les a acceptées et approuvées par sa délibération et sa conclusion dudit jour.

Nous avons fait part en même-tems, Monsieur, à la faculté, de la promesse que vous nous avez faite de faire imprimer ces explications dans le premier ouvrage que vous donnerez au public, si la faculté le desire; elle a reçu cette proposition avec une extrême joie, et elle espère que vous voudrez bien l'exécuter. Nous avons l'honneur d'être, avec les sentimens de la plus parfaite considération,

MONSIEUR,

Vos très-humbles et très-obéissans serviteurs,

Les députés et syndic de la faculté de théologie de Paris.

En la maison de la faculté, le 4 mai 1751.

TABLE

DE CE QUI EST CONTENU DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DU DOUZIÈME VOLUME.

TABLE GÉNÉRALE

ALPHABÉTIQUE

DES ARTICLES CONTENUS DANS LES DOUZE VOLUMES.

TABLE GÉNÉRALE

ALPHABÉTIQUE

DES ARTICLES CONTENUS DANS LES DOUZE VOLUMES.

Les chiffres romains indiquent le volume, et les chiffres arabes la page.

Toutes les fois que l'on trouvera le nom d'un quadrupède, suivi de ces mots (quadrupèdes, etc.), on lira *quadrupèdes qui ont rapport à.* Lorsque le nom d'un oiseau sera suivi du mot (oiseaux, etc.), on lira également, *oiseaux qui ont rapport à.*

A

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

I.

J.

K.

L.

P.

S.

T.

V.

U.

Z.

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE.

